

# **UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

Escuela Politécnica Superior  
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Grado en Ingeniería Eléctrica

Trabajo Fin de Grado:

## **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO POLIDEPORTIVO VALDELASFUENTES**

AUTOR: Rubén Orméro Bonilla

TUTORA: María Ángeles Moreno López de Saá

## **AGRADECIMIENTOS:**

A María Ángeles por darme la oportunidad de realizar este proyecto.

A mis compañeros de A.P.I.E.M.

A Miguel Ángel por el gran apoyo recibido.

A mi familia por ser el cimiento de mi esfuerzo.

A Paula por enseñarme lo efímera que es la vida.

## ÍNDICE

1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	5
1.1 INTRODUCCIÓN. ....	13
1.2 OBJETO.....	13
1.3 CAMPO DE APLICACIÓN. ....	14
1.4 LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	14
1.5 LEGISLACIÓN APLICABLE. ....	15
1.6 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. ....	16
1.6.1 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE CONEXIÓN A RED. ....	16
1.6.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. ....	17
1.6.3 CENTRO DE SECCIONAMIENTO. ....	22
1.6.4 CENTRO DE CLIENTE. ....	23
1.6.5 PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL. ....	24
1.6.6 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	26
1.6.7 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. ....	26
1.6.8 SISTEMA DE VENTILACIÓN. ....	28
1.7 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	28
1.7.1 POTENCIA PREVISTA. ....	28
1.7.2 CUADRO GENERAL PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN. ....	30
1.7.3 LÍNEAS Y CUADROS SECUNDARIOS.....	31
1.7.4 LÍNEAS Y CUADROS SECUNDARIOS-SECUNDARIOS. ....	32
1.7.5 CIRCUITOS INTERIORES.....	33
1.7.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. ....	36
1.7.7 COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA. ....	38
1.6.8 ALUMBRADO. ....	41
1.6.9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	42
1.6.10 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS.....	43
2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	45
2.1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACION.....	46
2.1.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	46
2.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN. ....	46
2.1.3 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	47
2.1.3.1 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN PRIMARIO. ....	47

2.1.3.2	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN SECUNDARIO.....	47
2.1.4	CÁLCULO DE EMBARRADO. ....	48
2.1.4.1	SOLICITACIÓN TÉRMICA.....	48
2.1.4.2	SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA. ....	48
2.1.4.3	SOLICITACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	48
2.1.5	VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	49
2.1.6	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. ....	49
2.1.6.1	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.....	50
2.1.6.2	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.....	50
2.1.6.3	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR.....	53
2.1.6.4	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR. ....	54
2.1.6.5	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.....	54
2.1.6.6	TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR. ....	55
2.2	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	56
2.2.1	ESTUDIO GRADO DE OCUPACIÓN. ....	56
2.2.1.1	PREÁMBULO.....	56
2.2.1.2	CÁLCULO GRADO DE OCUPACIÓN.....	57
2.2.2	DISEÑO LUMINOTÉCNICO. ....	60
2.2.2.1	PARÁMETROS DE CÁLCULO. ....	60
2.2.2.2	RESULTADOS DE DISEÑO.....	63
2.2.3	DISEÑO ALUMBRADO DE SEGURIDAD.....	67
2.2.3.1	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	67
2.2.3.2	RESULTADOS DE DISEÑO.....	67
2.2.4	EQUILIBRADO DE FASES. ....	70
2.2.5	DISEÑO DE LÍNEAS.....	71
2.2.5.1	PREÁMBULO AL CÁLCULO. ....	71
2.2.5.2	PREVISIÓN DE CARGAS. ....	71
2.2.5.3	CÁLCULO DE LA SECCIÓN.....	71
2.2.5.4	LÍNEAS. ....	74
2.2.6	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.....	82
2.2.7	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.....	84
2.2.8	GRUPO ELECTRÓGENO. ....	86
2.2.9	BANCO DE CONDENSADORES.....	88

2.2.10 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS.....	91
2.2.11 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS TRANSITORIAS. ....	93
3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	97
3.1 OBJETO.....	98
3.2 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	98
3.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. ....	99
3.3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	99
3.3.2 EJECUCIÓN Y RECEPCIÓN TÉCNICA EN LAS INSTALACIONES. ....	105
3.3.3 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	107
3.3.4 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN. ....	109
3.4 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	109
3.4.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN. ....	109
3.4.2 CONDUCTORES E INSTALACIÓN. ....	111
3.4.3 PROTECCIONES. ....	112
3.4.4 GRUPO ELECTRÓGENO. ....	114
3.4.5 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. ....	115
3.4.6 PRUEBAS.....	116
3.4.7 MECANISMOS. ....	117
3.4.8 ALUMBRADO. ....	118
3.4.9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	118
4 PRESUPUESTO.....	119
4.1 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	120
4.2 PRESUPUESTO BAJA TENSIÓN .....	123
4.3 PRESUPUESTO FINAL.....	135
5 PLANOS.....	136
5.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	137
5.2 ESQUEMA VERTICALES Y GENERAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	138
5.3 PLANTAS POLIDEPORTIVO.....	140
5.4 MECANISMOS E ILUMINACIÓN.....	142
5.5 TRAZADO BANDEJAS.....	144
5.6 CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	146
6 CONCLUSIONES.....	176

7 BIBLIOGRAFÍA.....	178
7.1 NORMATIVA.....	178
7.2 SITIOS WEB.....	180
7.3 HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS.....	180
ANEXO 1. ESTUDIOS LUMÍNICOS.....	181
ANEXO 2. PLANIFICACIÓN TEMPORAL.....	190

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Tensiones nominales y niveles de aislamiento mínimos en instalaciones de IBERDROLA. ....	17
Tabla 2. Intensidad de fusibles de celdas de media tensión para centros particulares. ....	25
Tabla 3. Selección de conductores de tierra según REBT. ....	36
Tabla 4. Secciones para conductores de protección según REBT. ....	37
Tabla 5. Peajes por consumo de reactiva. BOE N°28. ....	39
Tabla 6. Parámetros del electrodo UNESA. ....	52
Tabla 7. Estudio grado de ocupación según CTE. (1). ....	58
Tabla 8. Estudio grado de ocupación según CTE (2). ....	59
Tabla 9. Niveles mínimos de uniformidad lumínica entre superficies circundantes. ....	62
Tabla 10. Resultados lumínicos alumbrado interior. (1). ....	64
Tabla 11. Resultados lumínicos alumbrado interior. (2). ....	65
Tabla 12. Resultados de eficiencia energética ....	66
Tabla 13. Resultados lumínicos alumbrado de seguridad (1) ....	68
Tabla 14. Resultados lumínicos alumbrado de seguridad.(2) ....	69
Tabla 15. Conductividades para distintas temperaturas de funcionamiento del conductor. ....	73
Tabla 16. Resultados de cálculo líneas a cuadros de mando secundarios. ....	75
Tabla 17. Resultados de cálculo líneas a cuadros secundarios-secundarios. ....	76
Tabla 18. Resultados cálculos circuitos interiores (1). ....	76
Tabla 19. Resultados cálculos circuitos interiores. (2). ....	77
Tabla 20. Resultados cálculos circuitos interiores. (3). ....	78
Tabla 21. Resultados cálculos circuitos interiores. (4). ....	79
Tabla 22. Resultados cálculos circuitos interiores. (5). ....	80
Tabla 23. Secciones normalizadas UNE 20.460. ....	81
Tabla 24. Valor de resistividad del terreno según REBT. ....	92
Tabla 25. Resistencia de tierra según tipo de electrodo seleccionado. ....	93
Tabla 26. Niveles de protección según eficiencia calculada. ....	95
Tabla 27. Radios mínimos de esfera ficticia de protección según nivel de protección requerido. ....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Celda de remonte CGCOSMOS RC.....	18
Figura 2. Celda de protección CGMCOSMOS P.....	19
Figura 3. Celda de medida CGMCOSMOS-M. ....	20
Figura 4. Celda de seccionamiento compacta CGMCOSMOS 2LP.....	21
Figura 5. Centro de seccionamiento en transformador instalado en local clasificado como de otros usos.....	22
Figura 6. Centro de cliente en transformador instalado en local clasificado como de otros usos.....	23
Figura 7. Cuadro modelo Prismian Schneider. ....	31
Figura 8. Conductor RZ1-K (AS). ....	32
Figura 9. Conductor H07Z1-K (AS). ....	33
Figura 10. Tubo corrugado curvable para instalación empotrada.....	34
Figura 11. Diagrama de energías.....	38
Figura 12. Esquema de conexión del banco de condensadores al sistema eléctrico del recinto. ....	40
Figura 13. Señalización salida de emergencia. ....	43
Figura 14. Señalización equipo de extinción de incendios. ....	43
Figura 15. Caídas de tensión máximas admisibles en la instalación.....	72
Figura 16. Volumen ficticio de protección creado por el pararrayos.....	95



## ÍNDICE DE ECUACIONES.

Ecuación (1). Cálculo de la potencia prevista demandada según factores de corrección .....	30
Ecuación (2). Relación entre las pérdidas por efecto joule iniciales y finales por corrección de reactiva. ....	39
Ecuación (3). Cálculo de la intensidad en el devanado del primario del transformador en vacío.....	46
Ecuación (4). Cálculo de la intensidad en el devanado del secundario del transformador.....	46
Ecuación (5). Cálculo de la intensidad en el devanado del secundario del transformador en condiciones nominales. ....	46
Ecuación (6). Cálculo de la corriente de cortocircuito en el primario del transformador.....	47
Ecuación (7). Cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario del transformador. ..	47
Ecuación (8). Cálculo dimensiones mínimas de las rejillas de ventilación para el centro de transformación.....	49
Ecuación (9). Cálculo de la resistencia preliminar de puesta a tierra del centro de transformación.....	51
Ecuación (10). Cálculo de la constante de tierra preliminar del electrodo del sistema de puesta a tierra de protección del centro de transformación. ....	51
Ecuación (11). Cálculo de la resistencia real del sistema de puesta a tierra del centro de transformación.....	52
Ecuación (12). Cálculo comparativo de la resistencia de puesta a tierra del sistema de tierra de servicio del centro de transformación .....	53
Ecuación (13). Cálculo de la tensión de defecto en centro de transformación .....	53
Ecuación (14). Cálculo de la tensión de paso de acceso al centro de transformación .....	54
Ecuación (15). Cálculo de la tensión de paso de acceso máxima al centro de transformación	54
Ecuación (16). Cálculo de la tensión de paso máxima en exterior del centro de transformación.....	55
Ecuación (17). Cálculo de la separación de sistema de tierra de servicio y de protección para el centro de transformación .....	56
Ecuación (18). Cálculo de la densidad de ocupación del recinto según REBT .....	57
Ecuación (19). Cálculo de la iluminancia mantenida horizontal. ....	60
Ecuación (20). Cálculo del índice del deslumbramiento (UGR) .....	61
Ecuación (21). Cálculo de la eficiencia energética (VEEI) .....	62
Ecuación (22). Pérdidas por efecto Joule sistema trifásico. ....	70
Ecuación (23). Cálculo de la demanda de potencia para motores en general .....	71
Ecuación (24). Cálculo de la demanda de potencia para luminarias de descarga.....	71

Ecuación (25). Cálculo de la demanda de potencia para motores de elevación.....	71
Ecuación (26). Cálculo de la sección para líneas monofásicas .....	72
Ecuación (27). Cálculo de la sección para líneas trifásicas.....	72
Ecuación (28). Cálculo de la intensidad para líneas monofásicas.....	73
Ecuación (29).Cálculo de la intensidad para líneas trifásicas. ....	73
Ecuación (30). Cálculo de la corriente real teniendo en cuenta factores de corrección .....	74
Ecuación (31). Cálculo de la impedancia de cortocircuito del transformador. ....	82
Ecuación (32). Cálculo de la impedancia de cortocircuito de línea .....	82
Ecuación (33). Cálculo de la reactancia de la línea.....	83
Ecuación (34). Cálculo de la resistencia de línea.....	83
Ecuación (35). Cálculo de la corriente de cortocircuito.....	83
Ecuación (36).Cálculo de la resistencia acumulada .....	83
Ecuación (37). Cálculo de la reactancia acumulada.....	83
Ecuación (38). Rango de selección de la corriente nominal de un interruptor automático.....	84
Ecuación (39). Máxima corriente de cortocircuito para el interruptor automático.....	85
Ecuación (40). Cálculo de la potencia mínima para suministro de socorro .....	87
Ecuación (41). Cálculo de la potencia total de necesaria a generar por el grupo electrógeno	87
Ecuación (42). Cálculo de la potencia aparente nominal del grupo electrógeno .....	88
Ecuación (43). Cálculo de la potencia aparente total de la instalación .....	89
Ecuación (44). Cálculo del coseno inicial de la instalación .....	89
Ecuación (45). Cálculo de la potencia reactiva necesario a generar por banco condensadores.....	90
Ecuación (46). Cálculo de la capacidad necesaria del banco de condensadores.....	90
Ecuación (47). Cálculo de la máxima tensión de contacto permitida en la instalación .....	92
Ecuación (48). Cálculo de la frecuencia específica de impactos de rayo .....	94
Ecuación (49). Cálculo del riesgo admisible ante impacto de rayo .....	94
Ecuación (50). Cálculo de la eficacia de protección contra el rayo .....	94
Ecuación (51). Cálculo del radio del volumen ficticio de protección por pararrayos.....	96



# **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

## **1.1 INTRODUCCIÓN.**

Las instalaciones de Alta y Baja Tensión destacan por hacer uso de una gran cantidad de prescripciones de obligado cumplimiento, de cara a realizar las obras en los locales. Instalaciones pertenecientes a viviendas, locales de pública concurrencia o recintos industriales, que ofrecen una gran riqueza de aprendizaje para la ejecución del correspondiente proyecto.

La elaboración de este proyecto me ha permitido ampliar conocimientos, en lo que a diseño de instalaciones se refiere, localización de fabricantes para los diferentes equipos eléctricos seleccionados, tomar decisiones relevantes para definir emplazamientos técnica y económicamente viables o profundizar en el análisis e investigación de normativas europeas y nacionales.

Asimismo mediante el cálculo de toda la infraestructura eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación, he puesto en práctica los conocimientos adquiridos en asignaturas impartidas en la ingeniería, como Protecciones Eléctricas o Circuitos Magnéticos y Transformadores.

Los diferentes documentos a continuación expuestos muestran las características descriptivas de los elementos que forman parte del centro polideportivo y el proceso de cálculo justificado, diferenciando la instalación de Alta Tensión de la de Baja Tensión.

El centro polideportivo se encuentra emplazado en la localidad de Alcobendas y consta de dos niveles constructivos bien diferenciados. Una planta baja donde se ha procedido a instalar la aparamenta de Alta Tensión y una segunda planta. Junto a ambos pisos existen una serie de piscinas cubiertas.

La instalación deportiva es un local de pública concurrencia y como tal se ha procedido a determinar los requerimientos técnicos en cuanto a suministros complementarios de alimentación, sistema de alumbrado de emergencia, equipos de corrección del factor de potencia, etc.

## **1.2 OBJETO.**

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de la instalación eléctrica de un centro polideportivo. El recinto se sitúa en el término municipal de Alcobendas siendo un espacio deportivo multiusos con estancias dedicadas a actividades deportivas variadas como natación, musculación o fitness.

Dada la diversidad de uso de las diferentes estancias, el proceso de diseño ha tenido en cuenta las características propias de cada local, respecto al particular tipo de equipamiento u maquinaria instalado.

Para ello se ha procedido a realizar la descripción de cada punto de la instalación desde el lugar de acometida de la empresa suministradora, IBERDROLA DISTRIBUCIÓN, hasta cada punto de conexión eléctrico, necesarios a describir en la confección de un proyecto técnico real.

### 1.3 CAMPO DE APLICACIÓN.

Este documento pretende justificar el proceso de cálculo y diseño de las diferentes instalaciones eléctricas que forman parte del centro deportivo. Procedimiento que engloba la selección de protecciones, conductores y equipos necesarios para suministrar energía eléctrica a cada receptor instalado.

El documento consta de los siguientes apartados:

- Memoria descriptiva.
- Cálculos justificativos.
- Pliego de condiciones técnicas.
- Presupuesto.
- Planos.
- Anexos.

En cada documento aparecen detalladas las características de la instalación, especificando las decisiones adoptadas, según criterio de diseñador, garantizando el cumplimiento de la normativa legal vigente.

### 1.4 LIMITACIONES DEL PROYECTO.

Es importante resaltar que existen muchos datos técnicos empleados en el cálculo del presente proyecto, que deben ser facilitados por diversos estudios técnicos profesionales u por empresas del sector eléctrico. Estas restricciones son:

- El cálculo del sistema de puesta a tierra del recinto polideportivo ha sido realizado suponiendo un valor de resistencia del terreno estándar facilitado por el REBT [8]. No obstante en la realidad, previa instalación de la construcción, se requiere la realización de un estudio geotécnico del suelo para su posterior clasificación.
- Los datos relativos a la red de distribución a la que se conectará la instalación son solicitados a la compañía suministradora. Paso previo antes del estudio eléctrico. De la distancia del centro polideportivo a la subestación eléctrica que nutre la red de

distribución, dependen los datos de potencia de cortocircuito y constantes de despeje de falta.

- Los catálogos empleados para la selección de material son documentos técnicos que se pueden encontrar en las respectivas páginas web de fabricantes. Han sido seleccionados fabricantes capaces de cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes. Los materiales elegidos se ajustan a un presupuesto económico realista. No obstante, podrían seleccionarse para la realización de una obra equivalente otros fabricantes y materiales.

## 1.5 LEGISLACIÓN APLICABLE.

La normativa empleada para la realización del presente proyecto ha sido:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en base a Real Decreto 842/2002 e Instrucciones técnicas complementarias. ITC-BT 01 a ITC-BT51.
- Normalización Nacional (Normas UNE).
- Código Técnico de la Edificación (CTE). Reglamento que establece las exigencias mínimas de seguridad y habitabilidad en edificios de acuerdo a la ley 38/1999 sobre Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 1955/2000 por el que se regulan las actividades de Transporte Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas propias relativas a Empresa Suministradora.
- Recomendaciones UNESA.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

## 1.6. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

### 1.6.1 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE CONEXIÓN A RED.

El centro polideportivo se conectará a la red de distribución de la Empresa Eléctrica Suministradora IBERDROLA DISTRIBUCIÓN, mediante un centro de transformación tipo interior. Toda la aparamenta del centro de transformación se alojará en un local propio del edificio, destinado únicamente a dicho fin.

Acorde al Real Decreto 1955/2000 [1], por el que se regulan las actividades de transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica, existen dos criterios generales para determinar el tipo de suministro:

- Conexión en Baja Tensión para instalaciones que deban cubrir una demanda máxima de 50 kW.
- Conexión en Alta Tensión aquellas instalaciones que deben cubrir una potencia superior a 50 kW y menor de 250.

La potencia simultánea máxima prevista en el centro deportivo es de 205,83 kW. Atendiendo al valor de potencia activa prevista, el suministro eléctrico será realizado mediante una conexión a una línea subterránea de distribución de Alta Tensión propiedad de compañía distribuidora. La instalación de nexo a red será un centro de transformación con una potencia nominal de 250 kVA. La tensión de alimentación al centro será trifásica de valor 20 kV y frecuencia 50 Hz.

La línea de distribución de alimentación al centro, perteneciente a IBERDROLA, obedece a un esquema en anillo o bucle. La línea de alimentación llegará al centro de transformación mediante una celda de remonte y saldrá del mismo por otra celda de línea. La normativa propia de empresa, según la instrucción MT 2.00.03[2], obliga a instalar un centro de seccionamiento. La compañía, por tanto, tendrá la posibilidad de desconectar ante cualquier fallo el suministro eléctrico al centro deportivo.

El local seleccionado para la instalación del centro de transformación impide la separación física en diferentes estancias del equipamiento de seccionamiento y equipamiento de cliente. La aparamenta perteneciente a cliente y la perteneciente a la Empresa Suministradora serán instaladas en la misma envolvente constructiva (recinto).

La planta del local donde se instalarán los equipamiento está formada por una losa de hormigón armado, capaz de soportar una sobrecarga mínima de  $350 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ . La estancia pertenece a la planta baja del edificio.



La frontera entre la instalación de Alta Tensión y Baja Tensión estará definida por el cuadro general de Baja Tensión al cual llegarán los terminales de 400 V del transformador del centro. Las líneas principales que alimentarán a los cuadros de la instalación partirán del mismo cuadro.

### 1.6.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

La instalación eléctrica del centro de transformación engloba a todos los elementos constructivos del mismo. Las celdas, embarrado y aparellaje deben cumplir con los requisitos mínimos exigidos en cuanto a:

- Nivel de aislamiento: El nivel de aislamiento de los equipos del centro, cumple con el nivel exigido según la tensión nominal de la instalación. Los niveles de aislamiento de los equipos aparecen señalados en la tabla 1 para la tensión nominal de 20 kV.

TENSIÓN EFICAZ kV		TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL DE CORTA DURACIÓN A FRECUENCIA INDUSTRIAL. VALOR EFICAZ KV (1 MIN)		TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO. VALOR DE CRESTA (kV)	
Nominal de la red	Más elevada para el material	A tierra y entre fases	A distancia de seccionamiento	A tierra y entre fases	A distancia de seccionamiento
20	24	50	60	125	145
30	36	70	80	170	195
45	52	95	110	250	290
66	72,5	140	160	325	375
132	145	275	315	650	750

Tabla 1. Tensiones nominales y niveles de aislamiento mínimos en instalaciones de IBERDROLA.

- Intensidades de cortocircuito: El equipamiento seleccionado es capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos y térmicos provocados por las máximas corrientes previstas en el punto 1.3 de Cálculos Justificativos. Las celdas elegidas son capaces de soportar esfuerzos derivados de intensidades de fallo de 16 kA (valor eficaz) y 40 kA (valor de cresta), durante tiempos de fallo de entre 1 y 3 segundos de duración.

El diseño del centro de transformación se ha realizado mediante un sistema de celdas de media tensión modulares y compactas. Ambos modelos de celdas seleccionadas están formadas por una envolvente metálica, de aislamiento en gas SF<sub>6</sub> (Hexafluoruro de azufre) de acuerdo a la norma UNE-EN 62.271-200 [3]. Las características eléctricas y constructivas más importantes de cada celda son:

- Construcción. La envolvente metálica de cada celda es una cuba de acero inoxidable fabricada mediante un sistema de presión de sellado según norma IEC 62.271-1 [3]. Son capaces de mantener un régimen de funcionamiento constante sin reposición del gas de aislamiento durante 30 años.

Poseen bridas de sujeción para conductores de hasta 630 mm<sup>2</sup> capaces de soportar los respectivos esfuerzos electrodinámicos. El fabricante asegura una elevada resistencia a la corrosión creada por humedad. Las celdas son capaces de afrontar hasta 150 horas de operación en un entorno de niebla espesa.

- Seguridad. Las características constructivas de las celdas permiten la existencia de enclavamientos internos y externos. Los enclavamientos internos impiden el acceso a los conductores sin haber conectado la puesta a tierra como medida de protección.

Los enclavamientos externos facilitan el bloqueo de los ejes de maniobra mediante candados. La capacidad de bloqueo durante los trabajos de los operarios del centro se incrementa. Los bloqueos físicos impiden abrir la tapa del compartimento de giro de los interruptores y seccionadores si los candados están cerrados.

Las celdas escogidas pertenecen a fabricante ORMAZABAL. Dependiendo de la función que realicen las celdas (remonte de cables, protección, seccionamiento, etc.) poseen diferentes características tanto eléctricas como mecánicas.

#### - Celda de remonte de cables CGMCOSMOS-RC.

La acometida al centro de transformación de cliente se realizará mediante conductores aislados de forma subterránea. La línea se conectará desde la salida del centro de seccionamiento (compañía) al centro de cliente (particular), a través una celda de remonte modelo RC (figura 1).

##### - Características eléctricas:

Modulo metálico de tensión asignada 24 kV.

Ensayo bajo arcos de 21 y 52,5 kA corriente de choque.

##### - Características físicas:

Ancho: 365mm

Alto: 1.740 mm

Peso: 40 kg

Fondo: 735 mm



Figura 1. Celda de remonte CGCOSMOS RC.

- **Celda de protección general CGMCOSMOS-P (Protección fusibles).**

La celda CGMCOSMOS-P está fabricada con un módulo metálico con aislamiento y corte en gas. El embarrado interno es de cobre. Módulo que se encargará de la protección de la posición del transformador.

Posee una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, para aislamiento y corte en carga. La acometida de los conductores a la celda se realiza mediante bornas enchufables en la parte frontal del módulo metálico. En serie con el interruptor-seccionador existe un conjunto de fusibles combinado y asociado en funcionamiento al mismo interruptor.

El equipo dispone de captadores capacitivos (ekorVPIS) para detección de tensión en los conductores de acometida y una alarma sonora (ekoSAS) ante puesta a tierra en carga. Como medida de protección adicional a los fusibles, la celda tiene instalado un relé de protección (ekorRPT) de apoyo frente a sobrecargas y defectos fase tierra de bajo valor.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad fusibles: 3x25 A Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):125 kV

- Características físicas:

Ancho: 470 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1.740 mm

Peso: 140 kg



Figura 2. Celda de protección CGMCOSMOS P.

- **Celda CGMCOSMOS-M Medida.**

La celda de medida del centro de transformación estará constituida por un módulo metálico galvanizado. Este módulo incorporará los transformadores de tensión e intensidad para las medidas del centro.

La celda de medida posee la ventaja constructiva de facilitar la conexión interna de transformadores de tensión e intensidad. Las envolventes están fabricadas con el suficiente espacio interno que permite cumplir las especificaciones dimensionales para cualquier compañía eléctrica. La tapa frontal de la celda cuenta con dispositivos de protección frente a contactos indirectos. El sellado es completo. No existe la posibilidad de manipulación interna de los embarrados.

- Características eléctricas:

Tensión asignada 24 kV.

Tensión soportada impulso rayo: 125 kV.

Tensión corta duración (1seg): 50 kV.

Frecuencia asignada: 50/60 Hz.

Corriente nominal embarrado/y celdas:  
400/600 A .

- Características físicas

Ancho: 800 mm

Fondo: 1.025 mm

Alto: 1.740 mm

Peso: 165 kg

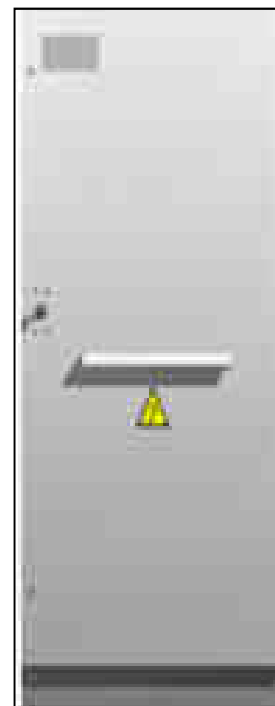


Figura 3. Celda de medida CGMCOSMOS-M.

- **Celda compacta no extensible CGMCOSMOS-2LP.**

Al tratarse de un centro de transformación de tipo interior, las celdas o celdas del centro de seccionamiento perteneciente a compañía deben ser de tipo no extensible de acuerdo a la norma propia MT 2.11.03 [4] de IBERDROLA. La celda elegida es una celda modelo CGMCOSMOS-2LP.

Este modelo de celda permite incorporar conexiones laterales para posibilitar extensibilidad en la instalación. No obstante el fabricante ofrece la opción de elegir una celda sin conexiones laterales de ningún tipo totalmente no extensible.

La envolvente posee tres compartimentos con diferentes funciones. Dos de los compartimentos realizarán las funciones de línea y un tercer compartimento será el encargado de las actividades de protección y seccionamiento del centro de compañía.

El módulo de protección y seccionamiento es una envolvente metálica con aislamiento y corte en gas. Igual que la celda de protección de la posición de transformador (figura 2) está formado por un embarrado interno de cobre. Incorpora un interruptor-seccionador rotativo con capacidad de corte y aislamiento. Posee fusibles de protección combinados con el interruptor de seccionamiento.

Incorpora captadores capacitivos (ekorVPIS) para detección de tensión en conductores de acometida a la celda y alarma sonora (ekorSAS) de señalización de puesta a tierra en carga. Con el objetivo de permitir la actividad de telemando de la posición del centro de seccionamiento por parte de compañía, la celda actuará según directrices de un controlador (ekorCCP). El controlador permitirá realizar operaciones de telemando solicitadas desde el despacho de explotación de la Empresa Suministradora. El equipo supervisor podrá realizar la apertura o cierre del interruptor-seccionador de forma motorizada.

Los compartimentos con función de línea estarán provistos de seccionadores de puesta a tierra para aislar la instalación en caso necesario e interruptores de corte de activación de tipo manual.

Las características principales de esta celda son:

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 400/630 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: hasta 62,5 kA

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 145 kV

- Características físicas:

Ancho: 1.190 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1.740 mm

Peso: 290/310 kg

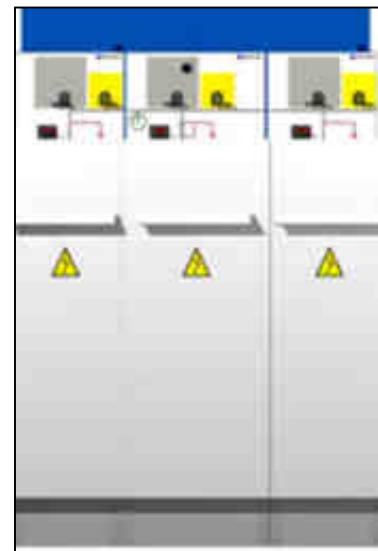


Figura 4. Celda de seccionamiento compacta CGMCOSMOS 2LP.

### 1.6.3 CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

Como se ha detallado en el punto 1.6.1, la acometida al edificio se realizará a través de una red subterránea en anillo de IBERDROLA mediante centro de seccionamiento. El conjunto de celdas pertenecientes a la Empresa Suministradora se instalará en el mismo local que las celdas pertenecientes al cliente. Ambos conjuntos estarán separados físicamente mediante puerta de rejillas (figuras 5-6) dotada de cerradura. De esta forma se evitará la posibilidad de entrada de personal ajeno a la compañía a la zona de seccionamiento.

El centro de seccionamiento diseñado tendrá las siguientes funciones:

- Al tratarse de un centro con telemando permitirá la motorización del interruptor-seccionador de la posición de corte a cliente. De esta forma desde el despacho de explotación se llevarán a cabo operaciones de deslastre de la línea en caso de fallo en la instalación deportiva.
- Control en tiempo real de parámetros de operación relativos al suministro eléctrico al centro polideportivo, como potencia activa y reactiva en celdas, nivel de tensión o intensidad.
- Monitorización del mando de las celdas (cortocircuitos a tierra, señalización de disparos de interruptores o fusibles, encendido de alarmas, etc.).
- Recogida y envío de datos al centro de control de forma instantánea.

Las características propias del centro de compañía son:

- La conexión de la celda de seccionamiento con la celda de remonte de entrada al centro de cliente se realizará a través de conductores tipo DHZ1 unipolares de aluminio y sección normalizada de 50 mm<sup>2</sup>, de aislamiento 12/20 kV.
- Un conductor de alimentación (propiedad del abonado) que partirá desde los mismos terminales de conexión de la celda de seccionamiento de compañía.
- Una celda compacta con funciones de entrada de línea, salida de línea, corte y seccionamiento del suministro y punto fronterizo en sus terminales.

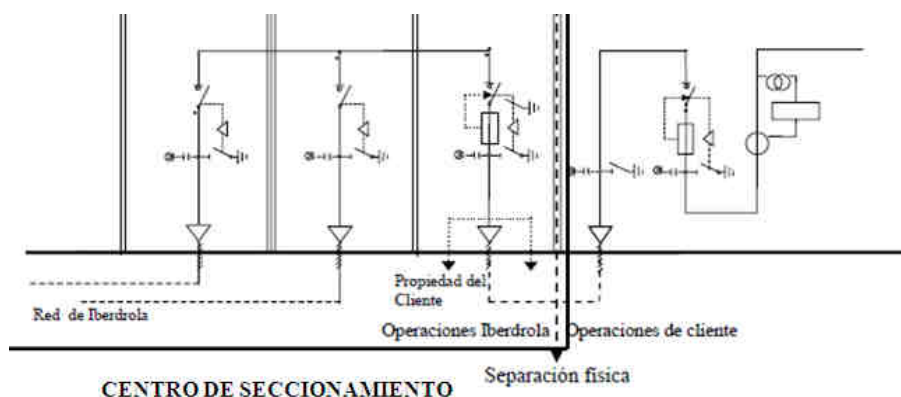


Figura 5. Centro de seccionamiento en transformador instalado en local clasificado como de otros usos.

#### 1.6.4 CENTRO DE CLIENTE.

El centro de cliente pertenecerá íntegramente al abonado. Como se ha detallado en el punto anterior, los terminales de conexión de la celda de seccionamiento de compañía serán el punto fronterizo de la instalación propiedad del cliente. Ante cualquier eventualidad en un punto aguas abajo de dichos terminales, la responsabilidad recae sobre la empresa gestora del centro deportivo.

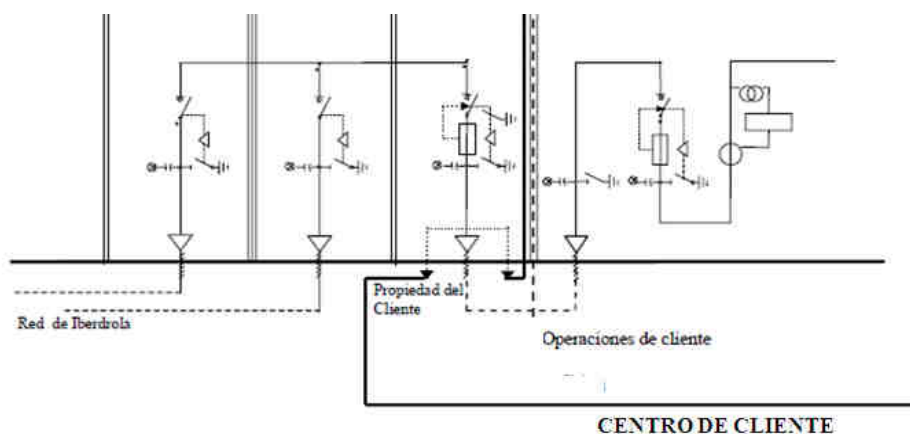


Figura 6 Centro de cliente en transformador instalado en local clasificado como de otros usos.

El centro de cliente constará de los siguientes componentes:

- Una celda modelo CGMCOSMOS-RC para remonte de los conductores procedentes de la celda de seccionamiento del centro de compañía.
- Celdas de protección modelo CGMCOSMOS-P. Esta celda tendrá la misión principal de proteger la posición del transformador. Contiene un interruptor-seccionador junto a tres fusibles de calibre 25 A de protección.
- Una celda modelo CGMCOSMOS-M para control de los parámetros de tensión, corriente y potencias. En su interior se instalarán 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad.
- La interconexión de las celdas será realizada mediante conductores unipolares tipo DHZ1 de tensión asignada 12/20 kV de aluminio y sección 50 mm<sup>2</sup>.
- Un transformador trifásico reductor de tensión fabricante COTRADIS. El transformador seleccionado es un transformador de aislamiento seco. Se trata de un transformador de potencia nominal 250 kVA. Tensión nominal primaria de 20 kV y de 420 V en vacío en secundario, con neutro accesible.

Otras características constructivas del mismo transformador son:

- Grupo de conexión: Dyn11
- Regulación en el primario: +/- 5%, +/- 2,5%
- Tensión de cortocircuito: 6%
- Protección incorporada al transformador: Termostatos para protección frente a variaciones de temperatura de arrollamientos.
- El núcleo del transformador estará compuesto por tres arrollamientos de cobre.

#### 1.6.5 PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.

Con el objetivo de cumplir las directrices de la ITC MIE-RAT 01 [5] respecto a protecciones en instalaciones de alta tensión, el documento MT 2.00.03 [2], de IBERDROLA, detalla las mínimas protecciones que debe disponer el centro de transformación. Las decisiones de diseño han sido realizadas en base a esta norma. A continuación aparecen descritas las soluciones adoptadas para labores de protección, control y automatización.

- Equipos de protección.

La protección general del centro de cliente abarca el uso de fusibles de protección junto a relés e interruptores-seccionadores.

La protección contra cortocircuitos será realizada a través de cortacircuitos fusibles limitadores. Se han seleccionado celdas de protección con tubos portafusibles instalados de forma horizontal en el interior de la celda. Cada tubo estará instalado de forma aislada, uno por cada fase. Los fusibles a instalar serán de tipo combinado. Este tipo de fusibles tienen la ventaja de provocar el disparo del interruptor de la celda, ante una sobrecarga en el transformador provocada por una corriente de elevado valor prolongada en el tiempo.

La selección de los fusibles limitadores ha tenido en cuenta la obligatoriedad de despejar el fallo en menos de 40 milisegundos. Las protecciones seleccionadas junto a las de red no podrán superar este umbral temporal de actuación. El calibre de las protecciones contra cortocircuitos de tipo limitador no puede ser superior a 40 A. Valor de obligado cumplimiento en instalaciones con transformadores de potencia nominal menor a 630 kVA. Los fusibles seleccionados tienen un calibre de 25 A y tensión asignada de 24 kV.

La selección del calibre de los fusibles se ha realizado en base a la tabla 2 perteneciente a la instrucción MT 2.13.40 [6]. Los fusibles de la celda modelo



CGMCOSMOS-P han sido escogidos en base a la tensión nominal de la red de alimentación y potencia nominal del centro de transformación.

TENSIÓN DE RED kV	POTENCIA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (kVA)									TENSIÓN ASIGNADA DEL FUSIBLE
	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	
11	25	25	32	40	40	63	63	100	100	24
13,2	20	25	25	32	40	63	63	80	100	
15	20	25	25	32	40	40	63	63	100	
20	16	16	25	25	32	32	40	63	63	
30	10	16	16	20	25	25	32	40	40	36

Tabla 2. Intensidad de fusibles de celdas de media tensión para centros particulares.

Por otra parte como medida de apoyo a los fusibles limitadores, la legislación contempla la instalación de relés de protección. Los relés de protección seleccionados llevarán a cabo las funciones de protección de fases y neutro del sistema. El relé seleccionado es un equipo ekorpRPT.

El relé de protección realizará las siguientes actividades:

- Control de sobreintensidad de fases de la celda de protección. (51 código ANSI).
- Control de protección de neutro contra faltas de a tierra (50N y 51 N código ANSI).

La codificación ANSI hace referencia a la numeración estandarizada de las protecciones eléctricas. Cada protección según el tipo de función que realiza (relé de mínima tensión, sobreintensidad de fase, sobrecarga, etc.), es denominada con un número único de identificación.

- Equipos de automatismo y control.

Las actividades de automatización y gestión integral de los elementos de la instalación serán llevadas a cabo por una unidad compacta de telecontrol. La unidad seleccionada es un armario modelo ekorUCT.

Se trata de un armario donde se instalan físicamente los controladores programables del sistema. En el diseño del centro se ha optado por la instalación en el armario de un controlador ekorCCP.

Consiste en un supervisor de celdas programable con sistema operativo Linux que realiza las actividades de automatización y control integral del centro de transformación.

Permite la interacción con el personal de la instalación gracias a un display gráfico y pulsadores de actuación. Posee la ventaja de obtención de histórico de datos del centro mediante puertos de comunicación.

#### 1.6.6 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

La medida de energía eléctrica será realizada en alta tensión a través de los correspondientes transformadores de medida. Los transformadores de tensión e intensidad seleccionados son de aislamiento seco e irán instalados en el interior de la celda de medida modelo CGMCOsmos-M. El conjunto de medida está provisto de 3 transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad, según normativa UNE con las siguientes características:

- Transformadores de tensión:

Relación de transformación: 22.000/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas.

Medida Potencia: 25 VA

Clase de precisión: 0,5

Grado de protección: 5P20

- Transformadores de intensidad:

Relación de transformación: 5 - 10/5 A

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

Sobreintensidad admisible en permanencia:  $F_s \leq 5$

Medida Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,5 s

Grado de protección: 5P20

#### 1.6.7 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

La construcción de un sistema de puesta a tierra en el centro de transformación prioriza garantizar la seguridad de las personas en la instalación. Protege frente a tensiones elevadas que pueden aparecer en caso de faltas a tierra. También ofrece garantía a los

equipos eléctricos. El sistema de tierra evita daños que puedan afectar sus propiedades mecánicas o dinámicas asegurando la fiabilidad de funcionamiento del centro de transformación.

La red de tierra diseñada se divide en dos bloques con objetivos diferentes:

- Sistema de tierra de servicio.

Tiene por objetivo evitar la aparición de tensiones peligrosas en la instalación de Baja Tensión. Estas tensiones pueden producirse por fallos en la red de Alta Tensión.

El sistema consistirá en una toma de tierra que conectará el neutro accesible del secundario del transformador con el conjunto de picas de la configuración de tierra calculada. La configuración aparece detallada en el correspondiente punto del apartado Cálculos Justificativos.

La configuración de la tierra de servicio consistirá en un conjunto de picas verticales de cobre enterradas bajo tierra a una profundidad de 0,5 m. La unión entre picas será realizada mediante conductor de cobre desnudo de sección 50 mm<sup>2</sup>.

- Sistema de tierra de protección.

La red de tierra de protección asegura que ante cualquier contacto por parte del personal de trabajo del centro, con cualquier equipo eléctrico o no eléctrico, no existirán tensiones peligrosas. Todas las partes metálicas de la instalación como celdas, rejillas de ventilación, mallas metálicas de protección, carcasa de los transformadores, etc., se conectarán a este sistema de tierra.

Los conductores de la línea de tierra seleccionados son iguales a los conductores de la tierra de servicio. Conductores de cobre con una sección de 50 mm<sup>2</sup>. La configuración de la tierra de protección a instalar constará de picas enterradas de acero-cobre. Las picas serán instaladas en disposición alineada y vertical.

- Consideraciones de instalación.

El conductor de protección del centro de transformación será grapado a las paredes de local y conectará los siguientes elementos al sistema de puesta a tierra de la instalación:

- Las envolventes metálicas de las celdas del centro.
- La cuba del transformador.
- El armario metálico de los dispositivos de automatización y protección expuestos en el apartado 1.6.5.

- Las pantallas de los conductores de Alta Tensión de las celdas. Serán conectados los extremos de las pantallas de los conductores aislados en las celdas de entrada y salida. Las pantallas de los conductores de ambos extremos del transformador reductor trifásico estarán conectadas al mismo sistema.

Para ambos sistemas de tierras se ha previsto la instalación de una arqueta de derivación. La arqueta de derivación contiene un puente de cobre de conexión, al que se conectarán el conductor de cobre de protección y el neutro accesible del transformador.

#### 1.6.8 SISTEMA DE VENTILACIÓN.

La ventilación del centro de transformación diseñada consiste en un sistema de rejillas. La ventilación por lo tanto será natural, con la instalación de las rejillas en la fachada de la estancia donde se localizará el transformador. El salto térmico máximo permitido para instalaciones de interior de IBERDROLA según norma MT 2.11.03 [4], es de 15 C°.

Las rejillas seleccionadas crearán una corriente de aire para la refrigeración y ventilación del centro de transformación. Para ello la distancia entre las rejillas a instalar será la mayor posible, permitiendo el movimiento de corriente de aire.

### 1.7 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

A continuación aparecen detalladas las características de la instalación de Baja Tensión. Toda la configuración eléctrica aguas abajo del cuadro general de Baja Tensión punto fronterizo con el montaje de Alta Tensión.

#### 1.7.1 POTENCIA PREVISTA.

Con objeto de realizar la petición de suministro a la empresa distribuidora de energía eléctrica es necesario determinar la potencia total a contratar. Para ello es imprescindible aplicar una serie de determinados factores de corrección a las potencias demandadas por los equipamientos. Existen factores de previsión de carga establecidos por reglamento y factores de estimación de demanda definidos a criterio del diseñador según características de los receptores. Estos coeficientes permiten especificar singularidades en el funcionamiento de las instalaciones tales como simultaneidad, nivel de utilización y previsión del nivel de carga.

El valor de potencia máxima prevista calculada en este apartado define las características de tipo de la instalación de Alta Tensión. En base a este dato de demanda y el factor de potencia de la instalación, resulta posible determinar las características del suministro de energía al centro deportivo expuestas en el punto 1.6.1 del presente documento.

- Factores de previsión de carga.

Existen equipos eléctricos que para su correcto funcionamiento están previstos de elementos asociados como balastos o reactancias. Otros receptores pueden generar elevadas corrientes de arranque. La carga nominal de estos componentes ha sido evaluada aplicando unos determinados factores de corrección.

Según ITC-BT -44 de REBT [8], la potencia de las luminarias de descarga ha sido dimensionada con un factor de corrección  $f = 1,8$ . Aplicando este factor queda limitada la aparición de problemas tales como; disparo de interruptores automáticos o elevadas caídas de tensión.

Para aquellos circuitos que alimentan a motores, los coeficientes se diferencian según el tipo de motor y el número a alimentar siendo:

- Un 125% de la intensidad nominal de la máquina en el caso de que exista un único motor para el circuito. Aplicado a motores en general.
- Un 125% de la intensidad nominal del motor de mayor potencia en el caso de que el circuito alimente a varias máquinas.
- Un 130 % de la intensidad nominal en el caso de motores de elevación. Se ha aplicado al cálculo de la línea de alimentación al cuadro del ascensor que comunica la planta baja con la planta 1.

- Factores de estimación de demanda.

No todas las cargas operan permanentemente a potencia nominal. Es obligatorio aplicar factores que permitan tener en cuenta un cierto nivel de regulación de carga de los equipos. Los factores de estimación de demanda impiden un sobredimensionado ineficaz de la instalación y un sobrecoste en la sección de los conductores elegidos. Resulta posible ajustar los cálculos al funcionamiento real previsto de cada receptor.

Los factores de utilización  $k_U$  empleados para la previsión de potencia han sido:

- Para receptores en los que se ha previsto funcionamiento a poca potencia se ha aplicado un factor  $f = 0,3$ .
- Receptores que en régimen permanente trabajan a plena potencia se aplica factor  $f = 1$ .

- Receptores con funcionamiento a potencia cercana a la nominal se aplica factor  $f = 0,8$ .

Análogamente en previsión del funcionamiento no simultáneo de las cargas de cada estancia se han asignado una serie de factores de simultaneidad de trabajo. Los factores de simultaneidad  $k_s$  aplicados a criterio de diseñador son:

- Receptores funcionando permanentemente se ha asignado un factor  $f = 1$ .
- Equipos funcionando poco tiempo se ha aplicado un factor asignado de  $f = 0,3$ .
- Receptores funcionando bastante tiempo  $f = 0,8$ .

La potencia prevista demandada en cada circuito resulta del producto de todos ellos:

$$P_{\text{ESTIMADA MÁXIMA}} = P_{\text{NOMINAL}} \cdot f \cdot k_s \cdot k_u \quad (1)$$

La potencia máxima total estimada necesaria para abastecer al complejo deportivo es de:

$$P_{\text{ESTIMADA}} = 205,83 \text{ kW}$$

### 1.7.2 CUADRO GENERAL PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN.

El cuadro principal comprende la envolvente que contiene todos los elementos de protección de las líneas de salida a cuadros secundarios. Recibe la alimentación de las salidas de Baja Tensión del transformador. El cuadro se instalará lo más próximo al transformador evitando el acceso a personal público ajeno.

La envolvente principal contiene los interruptores regulables de la gama NSX-100/160/400 seleccionados de fabricante SCHNEIDER. Son interruptores tipo caja moldeada, de modo que la envolvente seleccionada está fabricada para incluir los soportes correspondientes. Estos interruptores protegerán las líneas de salida a cuadros secundarios. Cada interruptor tendrá asociado un relé diferencial VIGIREX regulable con función de protección diferencial.

El armario seleccionado es un modelo PRISMA G. Esta envolvente permite la instalación de las protecciones tipo NSX calculadas y los relés diferenciales adyacentes.

Facilita una compartimentación vertical u horizontal de los interruptores de caja moldeada. La capacidad de conexión de módulos llega a los 33 elementos. Adecuado para instalar la totalidad de los equipos de protección de salida de líneas a cuadros secundarios que es de 26 unidades.

El cuadro resultante del montaje cumple con los requisitos establecidos en la norma UNE 61.439-1/-2 [9], relativa a verificaciones de resistencia de materiales e integración de equipos:

- IP 30. Protección frente a penetración de cuerpos sólidos de tamaño superior a 2.5 mm.
- IP 31. Protección frente a la caída de gotas verticales de agua, condensaciones o pequeñas fugas procedentes de tuberías cercanas.
- IP 43. Protección frente a caídas de agua de cierto caudal en un ángulo hasta de 60° sobre la vertical de la envolvente.



Figura 7. Cuadro modelo Prismian Schneider.

### 1.7.3 LÍNEAS Y CUADROS SECUNDARIOS.

Comprenden los circuitos que alimentan a los cuadros secundarios de la instalación. Los conductores seleccionados para el diseño de las líneas son cables aislados multipolares con tensión asignada de 0,6/1k V, como marca la ITC-BT-19 de REBT [8]. Cables con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE). Estarán formados por una cubierta de mezcla termoplástica con baja emisión de humos y gases corrosivos.

El aislamiento cumple lo establecido en la norma UNE 21.123-4 [10] respecto a compuestos termoestables frente al riesgo de fuego.

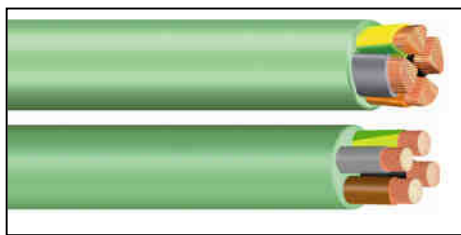


Figura 8. Conductor RZ1-K (AS).

El método de instalación seleccionado en base a norma UNE EN 20.460 [11] es E. Los conductores se distribuirán por la instalación sobre bandejas de rejilla hasta los cuadros secundarios. Las bandejas estarán fijadas al falso techo mediante grapas de suspensión. Líneas de alimentación a diferentes cuadros secundarios serán alojadas sobre la misma bandeja, por lo que al calcular la sección de los conductores se han aplicado factores de corrección por agrupamiento. Las dimensiones de las bandejas aparecen detalladas en el documento presupuesto.

El diseño de los conductores obedece el proceso de cálculo de la norma UNE 20.460 [11]. El modelo de cálculo aparece detallado en el punto 2.2.5.3 de Cálculos Justificativos del proyecto.

Según exige el reglamento, existe un límite de caída de tensión desde el inicio de la instalación hasta el receptor final. La localización planificada de los cuadros secundarios permite que la caída de tensión máxima entre el cuadro principal de baja tensión y cada cuadro secundario no sea superior a un 1%.

Las líneas concluyen su recorrido en el respectivo cuadro secundario al que alimentan. Los cuadros estarán formados por una envolvente modelo PRAGMA. Envolvente fabricada de material plástico autoextingible con temperaturas hasta de 650 C°. Grado de protección IP40 (protegidos frente a penetración de cuerpos sólidos) según norma UNE 60.439. Facilitan asociar en su interior de forma sencilla las protecciones de cada línea tanto de forma vertical como horizontal mediante regletas de hasta 52 módulos (interruptores). Este tipo de envolvente también ha sido seleccionada para los cuadros secundarios-secundarios.

#### 1.7.4 LÍNEAS Y CUADROS SECUNDARIOS-SECUNDARIOS.

Las líneas que alimentan a cuadros secundarios-secundarios iniciarán su trazado en un cuadro secundario anterior, no desde el cuadro principal de Baja Tensión. Estas líneas suministrarán energía eléctrica a estancias excesivamente alejadas del cuadro principal. La existencia de cuadros secundarios-secundarios evita tener que acudir al cuadro principal de Baja Tensión ante una desconexión de los circuitos que alimentan.



Cada línea estará protegida con su correspondiente interruptor automático y diferencial. Finalizan su trazado en un cuadro modelo constructivo igual que para cuadros secundarios.

Las líneas y cuadros secundarios-secundarios cumplirán lo establecido en el punto 1.7.3. El sistema de instalación seleccionado es E. Los cables elegidos poseen las mismas características en cuanto aislamiento. El trazado diseñado de líneas a cuadros secundarios-secundarios limita la caída de tensión máxima en cada tramo a un 1%.

#### 1.7.5 CIRCUITOS INTERIORES.

Los conductores que forman los circuitos interiores parten de cada cuadro hasta el receptor u receptores finales. Los cables seleccionados son conductores aislados unipolares de tensión asignada 450/750 V. La ITC-BT 19 de REBT [8] permite el uso de conductores con valores de aislamiento menor que en caso de líneas a cuadros. El conductor seleccionado es H07Z1-K(AS) con un aislamiento compuesto por mezcla termoplástica de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos.

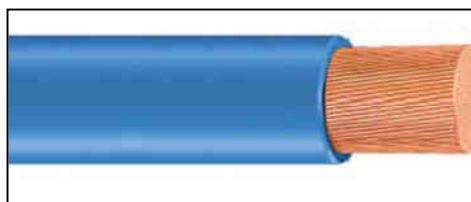


Figura 9. Conductor H07Z1-K (AS).

Para determinar la sección de los conductores se ha aplicado el proceso de cálculo detallado en la norma UNE 20.460-5-523 [11]. Las secciones elegidas son los valores comerciales normalizados y representados en la tabla A.52-1 Bis de la misma norma como se muestra en el proceso de cálculo del punto 2.2.5.3 del apartado Cálculos Justificativos.

Para la determinar de la sección es obligatorio tener en cuenta entre otros factores la máxima caída de tensión permitida en la instalación. El recorrido diseñado de los conductores en cada local restringe la máxima caída de tensión en el punto de conexión de cada equipo. Una máxima caída de tensión de un 4,5% para receptores de alumbrado y un 6,5% para receptores de fuerza. Este valor representa la caída de tensión acumulada desde el cuadro principal de Baja Tensión.

El sistema de referencia de instalación elegido para emplazamientos interiores es B1. Los conductores se distribuirán por cada estancia en el interior de tubos perfilados en pared de mampostería. Existirán cajas de derivación en aquellos casos en los que el circuito

interior alimente equipos distribuidos no uniformemente en la estancia. De cada caja de derivación partirán los tubos necesarios hasta los receptores con los respectivos conductores.

Los tubos escogidos cumplen las solicitudes contra impacto y compresión marcadas en reglamento e identificadas con los respectivos grados IP. Este tipo de tubos permite ejercer sobre ellos curvaturas pronunciadas debido al alto grado de flexibilidad que posee. Tubos de perfil longitudinal ondulado (tubo corrugado) compuestos por capa única de material aislante polipropileno libre de halógenos.



Figura 10. Tubo corrugado curvable para instalación empotrada.

### Protecciones.

La protección de los circuitos interiores será realizada con interruptores magnetotérmicos e interruptores diferenciales, de fabricante SCHNEIDER.

Los interruptores escogidos pertenecen a la familia C60. Interruptores modulares para instalación sobre carril DIN. Protecciones no regulables adaptadas para trabajar a tensiones nominales de entre 400 y 230 V.

El diseño de las diferentes protecciones y su posterior selección se ha realizado en base a dos directrices principales:

- Poder de corte. La norma UNE 20.460 [11] establece que el poder de corte de los interruptores debe ser superior al valor de corriente de cortocircuito previsto en el punto de la instalación que vaya a proteger.

El fabricante facilita información en el catálogo de las características de asociación entre las diferentes protecciones C60 considerando su calibre y curva de disparo.

- Selectividad. La norma UNE-EN 60.947-1 [12], exige la necesidad de existencia de selectividad entre las protecciones ya sean interruptores magnetotérmicos o interruptores diferenciales.

La selectividad permite despejar una falta mediante las protecciones de la parte correspondiente de la instalación. Las protecciones de la zona de fallo tienen el apoyo de las protecciones instaladas aguas arriba en caso de que fuese necesario. El diseño del sistema de protección de cada zona interior de la instalación mediante interruptores C60 garantiza la existencia de selectividad parcial. El fallo afectará únicamente a la zona originaria del mismo siempre y cuando no se supere un determinado valor de sobreintensidad llamado límite de selectividad.

Quedará asegurada la protección de cada circuito mediante un dispositivo de protección capaz de provocar el corte de la alimentación para los valores de sobreintensidad o sobrecarga previstos en el circuito. No provocará el disparo de los dispositivos situados aguas arriba.

Debido a la posibilidad de existencia de defectos de aislamiento entre conductores o masas, resulta obligatorio instalar protecciones diferenciales.

Los interruptores automáticos de corriente residual pertenecientes a fabricante SCHNEIDER permiten aislar un circuito mediante actuación ante corrientes alternas senoidales. Realizan disparo instantáneo ante fallo detectado, bajo curva de actuación tipo AC.

Según ITC-BT-19 de REBT [8], los dispositivos de protección diferencial de circuitos también deben estar coordinados y presentar selectividad con los dispositivos instalados aguas arriba. La selección de cada dispositivo diferencial considera los siguientes aspectos:

- Coordinación del diferencial con interruptores automáticos contra cortocircuitos (DPCC). La norma UNE-EN 61.008 [13] lo define como la capacidad de soportar el diferencial las intensidades de fallo al estar asociado a un interruptor magnetotérmico. Información detallada en la hoja de características del fabricante.
- Selectividad vertical amperimétrica. Tipo de selectividad existente entre protecciones diferenciales conectadas en serie. La intensidad diferencial residual del aparato aguas arriba seleccionado debe ser al menos el doble que la del situado aguas abajo. El diseño con selectividad total obliga a tener en cuenta este detalle al seleccionar las protecciones.
- Selectividad horizontal. A criterio de diseñador se ha optado por aumentar la seguridad de cada circuito instalando un diferencial por cada línea. Según este tipo de disposición es posible prescindir de un interruptor diferencial general para varios circuitos, como marca la ITC-BT-17 de REBT.

Las tablas de fabricante facilitan la selección y determinación de selectividad entre las protecciones. En dichas tablas aparecen los valores mínimos de ajuste de la sensibilidad de cada protección según la familia a la que pertenezca.

#### 1.7.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

El sistema de protección de puesta a tierra del recinto comprende la red de tierras del edificio y los circuitos de protección. Los circuitos estarán formados por los conductores de protección y equipotencialidad. El objetivo principal del sistema de protección es mantener un valor de resistencia de tierra que en ningún caso origine tensiones superiores a:

- 24 V en el local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Se deberá conseguir además el paso a tierra de las posibles corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico. La conexión eléctrica a tierra debe ser directa sin fusibles ni protección alguna. Esta conexión consistirá en un borne principal de tierra al que se le unirán los respectivos conductores. El borne principal estará conectado al cuadro principal de Baja Tensión en la arqueta destinada a alojarlo.

##### Red de tierras.

La red de tierras estará formada por un conductor desnudo enterrado directamente sobre el terreno a una profundidad no inferior a 0,5 m. El conductor empleado será de cobre. Según ITC-BT-18 [8], resulta necesario aplicar diferentes criterios de selección de los conductores de protección, en función de que formen parte del sistema enterrado o del sistema de protección.

- Conductores de tierra.

Conforman el sistema de tierra enterrado bajo los cimientos del edificio. El conductor seleccionado será de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> (se aconseja emplear esta sección mínima) acorde a la siguiente tabla facilitada en el REBT:

TIPO	PROTEGIDO MECANICAMENTE	NO PROTEGIDO MECANICAMENTE
Protegido contra la corrosión	Según apartado 3,4 ITC-BT 18	16 mm <sup>2</sup> Cobre
		16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cobre	
	50 mm <sup>2</sup> Hierro	

Tabla 3. Selección de conductores de tierra según REBT.

- Circuitos de protección de puesta a tierra.

Aglutinan a los conductores que se instalan en el interior del edificio. Los conductores de protección son instalados en la misma canalización que los conductores activos.

- Conductores de protección.

Son los conductores encargados de unir las diferentes masas de cada estancia del local susceptibles de fallo por contacto indirecto. Estarán instalados en la misma canalización que los conductores activos.

Conforme al REBT, la sección de los conductores de protección elegida se ha realizado según la siguiente tabla:

SECCION DE LOS CONDUCTORES DE FASE DE LA INSTALACIÓN (mm <sup>2</sup> )	SECCION MINIMA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCION (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	S=16
$S > 35$	$S = S/2$

Tabla 4. Secciones para conductores de protección según REBT.

Los conductores de protección se conectarán a las masas metálicas o susceptibles de fallo de cada envolvente de cuadro tanto secundario como secundario-secundario. De cada cuadro partirá el conductor hasta el cuadro principal de Baja Tensión.

- Conductores equipotenciales.

Incluyen aquellas conducciones, canalizaciones o elementos metálicos que siendo susceptibles de sufrir sobretensiones, deben estar conectadas a tierra. Estos conductores serán enlazados al igual que los circuitos de protección al borne principal de tierra del cuadro principal de Baja Tensión.

Los conductores equipotenciales no tendrán una sección inferior al conductor de protección de la estancia, con un mínimo de 2,5 mm<sup>2</sup>, al ser de cobre.

Existirá en la instalación un sistema de verificación de tierras instalado en la arqueta de tierra. El sistema consistirá en pletinas de cobre y bornes de conexión. Las conexiones facilitarán el empleo de un telurómetro para comprobación de la resistencia de puesta a tierra.

### Esquema de la conexión a tierra.

El corte automático de la alimentación será realizado en un periodo de tiempo lo suficientemente corto para no ser considerado de riesgo. Es necesaria, por lo tanto, una correcta coordinación entre el esquema de conexión del sistema de puesta a tierra del edificio y los dispositivos de protección. Esta coordinación debe poseer una serie de medidas específicas en función del esquema de la instalación seleccionado.

El sistema de tierras del presente proyecto obedece a un esquema de protección TT. El transformador de alimentación del local posee la conexión en estrella de su secundario. Ello posibilita la conexión del neutro del transformador directamente a tierra. Este tipo de conexión exige:

- La unión a tierra de todos los equipos eléctricos y masas accesibles.
- Instalación de dispositivos de corriente diferencial.

### 1.7.7 COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA.

En el emplazamiento existirán equipos eléctricos como motores, reactancias de alumbrado, etc., que absorben potencia reactiva. La potencia reactiva permite crear campos magnéticos necesarios para su funcionamiento. No obstante, se trata de una energía no productiva para el usuario. Las compañías suministradoras de energía penalizan consumos excesivos de potencia reactiva.

Junto a la potencia reactiva se expresa la potencia activa medida en kW. Es la potencia útil que la carga transforma en trabajo o calor.

Mediante la suma vectorial de ambas potencias se obtiene la potencia aparente total medida en kVA:

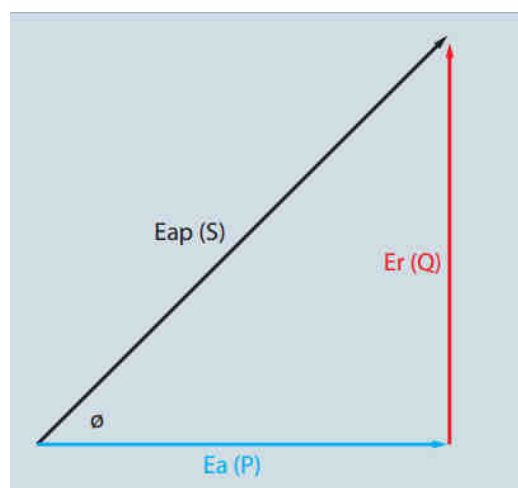


Figura 11. Diagrama de energía.

El factor de potencia es el cociente entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA). Este coeficiente cuantifica el consumo de reactiva de la instalación.

El factor de potencia de la instalación será mejorado con la instalación de un banco de condensadores. La compensación de reactiva implicará beneficios en la instalación:

- Recargo de reactiva. El nivel de reactiva consumida de la red determina el suplemento de pago por la misma a la compañía suministradora y establecido en el Real Decreto 1.164/2001 (actualización BOE 2009):

COS( $\varphi$ )	Euro/kVArh
COS( $\varphi$ )<0,95 y hasta COS( $\varphi$ )=0,8	0,041554
COS( $\varphi$ )<0,8	0,062332

Tabla 5. Peajes por consumo de reactiva. BOE N°28.

- Reducción de la intensidad eficaz. El uso de los condensadores supe de energía reactiva a los receptores eximiendo a la instalación desde el punto de conexión aguas arriba del banco.
- Disminución de pérdidas. Se reducirá el efecto de sobrecalentamiento de conductores por pérdidas de potencia debidas a efecto Joule. Puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Pérdidas finales}}{\text{Pérdidas inciales}} = \left( \frac{\cos(\varphi)\text{inicial}}{\cos(\varphi)\text{final}} \right)^2 \quad (2)$$

#### Banco de baterías.

El banco de condensadores seleccionado pertenece a fabricante LEGRAND. Modelo ALPIMATIC modelo MH3540 de potencia reactiva nominal de 52,5 kVAr. El banco de condensadores será conectado al sistema eléctrico como se muestra en la figura 12.

Para proteger la línea de conexión del banco con el cuadro principal se instalará un interruptor de caja moldeada contra sobrecarga y contra corrientes modelo NSX100 125 A.

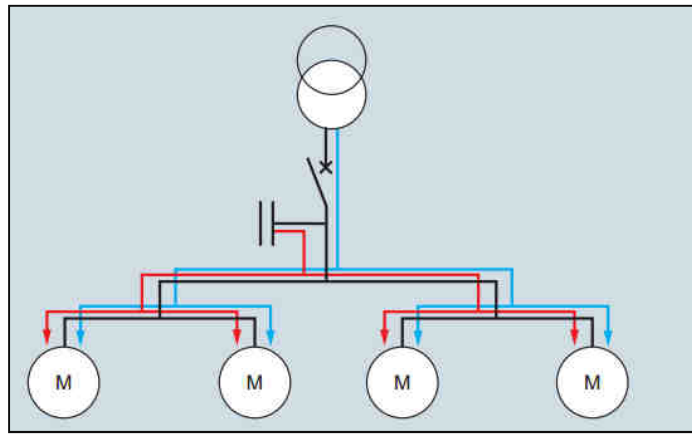


Figura 12. Esquema de conexión del banco de condensadores al sistema eléctrico del recinto.

El esquema de conexión de la batería implementará una serie de ventajas:

- No existirá penalización por energía reactiva. El factor de potencia superará el 0,95 (valor de penalización).
- Solución más económica que la instalación de condensadores por sector.
- Permitirá descargar el transformador.

#### Características del Banco de condensadores.

El banco de condensadores estará formado por un armario general de control de fácil ampliación y diseño modular, junto a una batería de condensadores.

La conexión de la línea de alimentación al cuadro principal de Baja Tensión se realiza por la parte inferior del armario. Envoltorio con grado de protección IP 2X (protegido frente a penetración de cuerpos sólidos de tamaño superior a 12 mm) en base UNE 61.439 [9].

La batería proyectada estará formada por 7 “escalones” de potencia. Los diferentes escalones permitirán ajustar la inyección de potencia reactiva según necesidad de la instalación. Esta regulación se realiza mediante un controlador ALPETEC 12.400.

Las bobinas de los condensadores que formarán la batería son encapsuladas al vacío. Esta característica otorga una mayor vida útil al equipo. Poseen triple protección eléctrica:

- Dieléctrico autoregenerativo. En caso de una sobretensión si el dieléctrico se perfora se evapora el depósito del metal reconstituyendo el aislante.
- Fusibles internos para cada condensador.



- Dispositivo de protección frente a sobrepresión. Consiste en un sistema de protección mediante membrana de dilatación para desconexión de la batería ante fallo eléctrico.

#### 1.6.8 ALUMBRADO.

El siguiente punto expone las características específicas del equipamiento seleccionado para el dimensionado del alumbrado.

La elección del alumbrado se ha realizado en base a directrices de normas UNE-EN 12.464 [14] y norma UNE-EN 12.193 [15]. Ambas leyes establecen los requisitos mínimos a cumplir en cada estancia respecto a:

- Iluminancia horizontal mínima.
- Eficiencia energética. (Acorde a CTE-HE-03 [16])
- Índice de deslumbramiento (UGR).
- Rendimiento cromático de la luminaria.
- Factor de uniformidad ( $E_{\min}/E_{\text{media}}$ ).

Los índices de cálculo anteriormente mencionados se exponen en el punto 2.2.1 del apartado cálculos justificativos del presente proyecto. En dicho punto aparecen los valores mínimos exigibles en la instalación junto a los resultados de cada estancia.

Los equipamientos de alumbrado pertenecen fabricante Philips. Las luminarias seleccionadas son:

- Luminarias de alta definición tipo TL-D [MASTER TL-D]. Selección de variantes de 110 W y 55 W. Tensión de red 220-240 V. Código de protección IP66 (protección contra penetración polvo e impacto directo de agua). Han sido seleccionadas para estancias de uso no especial como salas de baile, multiusos, masajes, etc.
- Luminarias empotradas familia BBS411. Tipo led 1x24 de potencias 39 W, 21,5 W y 23 W. Código de protección IP 40 (daños o colisiones mecánicas) y grado F (protección en instalaciones inflamables).
- Luminarias familia 332TSW. Equipo totalmente estanco de potencia 17 W. Seleccionadas para iluminación en saunas.

- Proyector familia MVP507 elegidos para alumbrado del pabellón de piscinas. Potencia de 2kW adaptables a instalación en pared. Tensión de funcionamiento 400 V.
- Luminarias familia BBG401. Dimensionada para alumbrado de cuartos de aseo y zonas adyacentes. Potencia 1,4 W. Tipo led montaje adosado.

#### 1.6.9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Según REBT al tratarse de un local de pública concurrencia es obligatorio instalar alumbrado de seguridad o emergencia. Los equipos de emergencia tienen como objetivo principal ofrecer una serie de valores mínimos de iluminancia en:

- Rutas de evacuación de cada estancia. Acorde a ITC-BT-28 de REBT [8] es necesario la existencia de un mínimo nivel de iluminancia en vías de escape.
- Ambiente o antipánico. Permite identificar el acceso a las rutas de escape así como equipos que requieran visibilidad en condiciones de fallo.

En el apartado de alumbrado de seguridad de cálculos justificativos se ha procedido a detallar los valores mínimos exigidos para el cálculo.

Las luminarias dimensionadas se clasifican en dos tipos según el modo de funcionamiento.

- Luminarias de régimen no permanente. Este tipo de luminarias están en funcionamiento únicamente ante un fallo de alimentación de la estancia, por lo tanto, no sirven para ejercer alumbrado en condiciones normales de funcionamiento de la instalación eléctrica.
- Luminarias combinadas. Están formadas por al menos dos lámparas. Una de las lámparas está conectada al suministro normal del alumbrado sirviendo de apoyo a la iluminación de la estancia. La otra entra en funcionamiento ante el fallo del alumbrado normal.

Las luminarias seleccionadas para el estudio de alumbrado de emergencia pertenecen a fabricante LEGRAND cuyas características son:

- TIPO D4 LEGR 61462+1SYLV F6W/CW (2.4 V). Equipo de iluminación no permanente.
- G5 (LEGRAND61736+2SYL (8W/T5/840)23). Luminaria combinada.
- NT / 100 Lum 1h 61830 1 LMP-A 161830+1SYLVANIA F8W/CW (2.4 V). Luminaria seleccionada para seguridad en saunas. Equipo totalmente estanco.
- NT / 240 Lum 1h 61831 1 LMP-B 1(61831+1SYLVANIA F8W/CW (4.8 V). Luminaria seleccionada para seguridad en saunas. Equipo totalmente estanco

Se instalarán luminarias de emergencia en aquellos lugares donde vayan a colocarse extintores o tomas de acceso a conducciones de agua para la lucha contra el fuego. Junto a las lamparas de señalización se instalarán señales indicativas conforme a norma UNE 23.034 [17] tanto para recorridos de escape como para extintores de acuerdo a las figuras 13 y 14.



Figura 13.  
Señalización  
salida de  
emergencia.



Figura 14.  
Señalización  
equipo de  
extinción de  
incendios.

#### 1.6.10 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS.

Las sobretensiones ocurren entre conductores activos o entre conductores activos y tierra, en diferentes puntos de la instalación. La instalación de un pararrayos evita los daños ocasionados en la instalación eléctrica del edificio frente a sobretensiones transitorias.

Una sobretensión transitoria de origen atmosférico como un rayo puede provocar una elevada caída de tensión en la toma de tierra principal. Esta caída de tensión está provocada por la elevada corriente de descarga que circula en los electrodos de puesta a tierra. Las corrientes de descarga son sobreintensidades de elevada frecuencia.

Esta frecuencia puede aumentar el valor de la resistencia de puesta a tierra calculada. El aumento de resistencia puede provocar que los receptores se encuentren a un potencial respecto de tierra muy elevado dañando los equipos.

La exigencia de instalación de pararrayos en el recinto es justificada en el punto 2.10 de Cálculos Justificativos. Aparece detallado el proceso de cálculo de la frecuencia de impacto de una descarga atmosférica, según parámetros propios de localización y construcción del centro, conforme a CTESU-8 [18].

Se ha procedido a realizar el cálculo del volumen a proteger, mediante el dimensionado de un volumen de protección esférico ficticio sobre el edificio. El equipo de protección será un pararrayos tipo PDC (tiempo de avance de cebado). El volumen debe de ser tal que el recinto quede cubierto en su totalidad, por la esfera ficticia, como se muestra en el respectivo apartado de diseño. El tamaño del volumen esférico ficticio tiene un radio de 97 m.



Este tipo de dispositivo posee la ventaja de aumentar el área protegida frente a pararrayos convencionales. Para ello almacena energía en función del gradiente atmosférico, empleándola en generar un trazador ascendente a modo de pequeña descarga provocando el rayo. Facilita un camino ionizado para la descarga.

El equipo seleccionado se instalará en la azotea del edificio a una distancia de 2 metros sobre el punto más alto del local. El pararrayos se conectará a un conductor bajante de cobre electrolítico desnudo de 50 mm<sup>2</sup>. Incluirá un contador de descargas para contabilizar sobretensiones y realizar procesos de verificación de la instalación.

La bajante conductora se conectará en la arqueta de registro de toma de tierra del edificio. Esta arqueta es la misma que conecta el sistema de protección y red de tierra detallada en el presente documento.

# **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

## 2.1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACION.

### 2.1.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

La intensidad de alta tensión se corresponde con el valor de corriente que existe, en condiciones nominales en los bornes primarios del transformador. La intensidad primaria en el transformador trifásico resulta:

$$I_P = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N} \quad (3)$$

Donde:

- $S_N$  es la potencia aparente nominal del transformador (Transformador de 250 kVA).
- $U_N$  es la tensión nominal en bornes del primario (20 kV).
- $I_P$  es la corriente del devanado primario en A.

Se obtiene un valor de corriente de 7,2 A de intensidad nominal.

### 2.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

El centro de transformación del centro deportivo constará de un único transformador de 250 kVA de potencia nominal. La tensión de los bornes del secundario del transformador en vacío es de 420 V.

La intensidad secundaria que se puede alcanzar en vacío en los bornes secundarios del transformador se calcula como:

$$I_S = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N} \quad (4)$$

Donde:

- $S_N$  es la potencia aparente nominal del transformador (250 kVA).
- $U_N$  es la tensión nominal en la condición de estudio en (tensión del sistema en vacío 0,42 kV).
- $I_S$  es la corriente en bornes del secundario calculada en A.

La intensidad secundaria en condiciones de funcionamiento nominal a una tensión de 400 V alcanza el valor de:

$$I_S = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N} \quad (5)$$

La corriente puede llegar a alcanzar un valor de 360,843A en los devanados de salida de Baja Tensión del transformador.

### 2.1.3 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para determinar el valor de las corrientes de cortocircuito se debe tener en cuenta la máxima potencia de cortocircuito de la red. La compañía distribuidora facilita este dato, suponiendo el mismo igual a 350 MVA para la línea de distribución.

#### 2.1.3.1 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN PRIMARIO.

El valor de la intensidad de cortocircuito en la instalación de Alta Tensión se calcula como:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_N} \quad (6)$$

Donde:

- $I_{CCP}$  es la corriente de cortocircuito en la instalación de Alta Tensión (primario) en kA.
- $U_N$  es la tensión nominal en el primario del transformador (20 kV).
- $S_{CC}$  es la potencia aparente de cortocircuito de la red de distribución de compañía suministradora en MVA (350 MVA)

Se obtiene una intensidad de cortocircuito máxima de 10,1 kA en los devanados del primario del transformador. Representa el valor máximo de corriente de fallo en Alta Tensión para el centro de transformación.

#### 2.1.3.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN SECUNDARIO.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la parte de Baja Tensión del transformador, se ha considerado que la potencia de cortocircuito disponible es la del transformador seleccionado. La intensidad resulta:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot S_{TR}}{\sqrt{3} \cdot E_{CC} \cdot U_S} \quad (7)$$

Donde:

- $S_{TR}$  es la potencia aparente nominal del transformador (250 kVA).
- $E_{CC}$  es la tensión de cortocircuito porcentual del transformador seleccionado (6%).

- $I_{CCS}$  es la corriente de cortocircuito máxima en el devanado de Baja Tensión (secundario) en kA.

La máxima corriente en caso de defecto en el secundario del transformador, será de 6,1 kA.

#### 2.1.4 CÁLCULO DE EMBARRADO.

Las celdas seleccionadas para la construcción del centro de transformación garantizan el cumplimiento de los ensayos de certificación para equipos de Alta Tensión. Los resultados aparecen detallados en la memoria descriptiva para cada celda. No obstante a continuación se describen los tres certificados de obligado cumplimiento por parte del equipamiento.

##### 2.1.4.1 SOLICITACIÓN TÉRMICA.

Las celdas son capaces de tolerar los esfuerzos térmicos ante fallo de cortocircuito calculado en el apartado 1.3.1. Las celdas elegidas para instalar, modelo CGMCOSMOS, de tensión asignada 24 kV, son capaces de soportar corrientes eficaces de entre 16 y 25 kA para tiempos de fallo entre 1 y 3 segundos.

##### 2.1.4.2 SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

Ante los posibles esfuerzos mecánicos que puedan originarse ante un fallo de cortocircuito, las celdas están preparadas para admitir sobreesfuerzos superiores a las intensidades calculadas. El modelo de celda escogido asegura una resistencia frente a efectos producidos por corrientes dinámicas valoradas en 2,5 veces la corriente nominal de cortocircuito (vista desde primario  $I_{DIN} = 25,3$  kA).

##### 2.1.4.3 SOLICITACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

Esta certificación garantiza la capacidad de soportar la corriente máxima del conductor empleado en el embarrado. Consiste en comprobar mediante ensayo que los cables son capaces de hacer frente a la densidad de corriente nominal. No debe producirse el deterioro de los materiales. El fabricante facilita información acreditativa de la prueba realizada con un valor de intensidad de bucle de 400 A. La intensidad de bucle supera con creces la máxima prevista incrementando la seguridad.



### 2.1.5 VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El centro de transformación estará provisto de un sistema de ventilación natural formado por rejillas metálicas de ventilación. Las rejillas a instalar tendrán una superficie mínima que se ha calculado como:

$$S_{VEN} = \frac{W_{FE} + W_{CU}}{0,24 \cdot K \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (8)$$

Donde:

- $S_{VEN}$  es la superficie mínima de las rejillas de ventilación en  $m^2$ .
- $W_{FE} + W_{CU}$  suma de las pérdidas del cobre y hierro del transformador en kW.
- $K$  es el coeficiente de forma de las rejillas (típicamente entre 0,35 y 0,4, seleccionado el primero por ser más restrictivo).
- $h$  distancia vertical entre rejillas de entrada y salida (distancia máxima de 2 m)
- $\Delta T$  es el salto térmico máximo en  $^{\circ}C$  (se ha adoptado un valor de  $15^{\circ}C$ ).

El centro debe poseer un sistema de rejillas con una superficie mínima de  $0,549 m^2$ .

### 2.1.6 CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

El reglamento de Alta Tensión define que los elementos que caracterizan el sistema de puesta a tierra, de una instalación de tercera categoría (caso del centro de transformación diseñado) son:

- El tipo de neutro. El neutro tanto del centro de transformación (rígidamente conectado a tierra), como de la red de distribución de la compañía eléctrica IBERDROLA, limitan el valor de la corriente máxima de defecto a tierra. La compañía facilita el dato del valor máximo de la corriente de defecto a tierra según características de la red siendo de 1.000 A.
- Tipo de protecciones. Ante la situación de un hipotético fallo es necesario conocer el tiempo de actuación de las protecciones. Las protecciones (relés) pueden actuar parametrizadas por curvas temporales inversas o instantáneas originando un cierto retardo en el despeje del fallo. La empresa suministradora asegura el despeje de falta en un tiempo máximo 0,7 segundos.

El dato de tiempo de disparo de protecciones resulta necesario para conocer los valores de  $K$  y  $n$  específicos para diferentes tiempos de falta. Permiten calcular el valor de la tensión de contacto aplicada ( $V_{CONT} = \frac{K}{t^n}$ ). Para un tiempo inferior a 0,9 segundos, los valores de ambos coeficientes resultan  $K = 72$  y  $n = 1$ .

Otro dato indispensable a conocer es el valor de la resistividad del terreno. Al tratarse de un dato desconocido, ha sido utilizado un valor general para terrenos poco cultivables y terraplenes tipo. Valor facilitado por el REBT siendo  $500 \Omega \cdot m$ .

#### 2.1.6.1 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.

El cálculo del sistema de puesta a tierra del centro de transformación proporciona la posibilidad de seleccionar una configuración de los electrodos de tierra predefinida. La configuración idónea ha sido elegida en función de tablas presentadas en el Anexo 2, del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA [19], para instalaciones de tercera categoría.

#### 2.1.6.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.

En primer lugar se ha procedido a calcular el valor de la resistencia de tierra total preliminar. Los datos previos necesarios para su cálculo son:

- Características de la red de alimentación:

La tensión nominal de la red de alimentación es de 20 kV.

- Puesta a tierra del neutro.

La puesta a tierra del neutro limita la corriente de defecto a tierra a un valor de  $I_D = 1.000A$ .

- Nivel de aislamiento de las instalaciones de baja tensión.

El nivel mínimo de aislamiento en Baja Tensión es de 10.000 V ( $V_{BT} = 10.000 V$ ).

- Características del terreno.

La resistencia estimada del terreno de construcción es de  $500 \Omega \cdot m$  ( $R_0$ ). La resistencia prevista del hormigón sobre el que serán instalados los equipos, se ha considerado de  $3.000 \Omega \cdot m$  ( $R'_0$ ).

Tierra de protección:

A continuación se calcula el valor de la resistencia total preliminar partiendo de la expresión:

$$R_T \leq \frac{V_{BT}}{I_D} \quad (9)$$

Donde:

- $R_T$  es el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra en  $\Omega$ .
- $V_{BT}$  es el nivel de aislamiento de Baja Tensión (10.000 V).
- $I_D$  es la máxima corriente de falta a tierra (1.000 A) en amperios.

$$R_T \leq \frac{10.000}{1000} \rightarrow R_T \leq 10 \Omega$$

Despejando se ha obtenido que la resistencia total de puesta a tierra debe ser inferior a  $10\Omega$ .

Este valor inicial permite calcular la constante  $K_R$  del electrodo. La constante  $K_R$ , posibilita identificar la configuración deseada en las tablas de UNESA [19].

La constante de resistencia del electrodo se ha calculado como:

$$K_R \leq \frac{R_T}{R_0} \quad (10)$$

Donde:

- $R_0$  es la resistencia del terreno ( $500 \Omega \cdot m$ ).
- $R_T$  es la resistencia total de puesta a tierra preliminar calculada ( $10 \Omega$ ).
- $K_R$  es la constante de resistencia del electrodo para búsqueda en las tablas de UNESA [19].

Despejando se obtiene que la constante debe tener un valor  $K_R \leq 0,02$ .

Para el caso particular del centro de transformación diseñado se ha seleccionado una configuración con las siguientes características:

- Configuración: 5/88
- Geometría del sistema: Picas alineadas
- Distancia entre picas: 12 m.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5m.
- Longitud de picas: 8m.

Los valores reales de las constantes para la configuración adoptada son:

- Constante de resistencia:  $K_R = 0,0167$
- Constante tensión de paso:  $K_P = 0,00212$
- Constante tensión de contacto:  $K_C = 0$

El valor real de la resistencia de tierra total es de:

$$R'_T = K_R \cdot R_0 \quad (11)$$

El valor obtenido de la resistencia de tierra total real es de  $8,35\Omega$ .

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA $K_r$	TENSION DE PASO $K_p$	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,0627	0,0107	5/28
3	0,041	0,0064	5/38
4	0,0311	0,00456	5/48
6	0,0215	0,0029	5/68
8	0,0167	0,00212	5/88

Tabla 6. Parámetros del electrodo UNESA.

#### Tierra de servicio:

La instalación de un sistema de tierra de servicio impide la existencia de una tensión superior a 24 V en la instalación de Baja Tensión. La resistencia máxima de tierra del sistema de servicio debe de ser inferior a  $37 \Omega$ . Estarán conectados a este sistema de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad.

La configuración seleccionada tiene las siguientes características:

- Identificación: 5/62
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: 6 picas
- Longitud entre picas: 2 m
- Profundidad de las picas: 0,5 m
- Constantes:  $K_R = 0,073$  y  $K_P = 0,012$ .

A continuación se comprueba que la resistencia del sistema sea inferior al valor máximo:

$$R_{T(SERV)} = K_R \cdot R_0 \quad (12)$$

Donde:

- $R_{T(SERV)}$  es el valor máximo de resistencia de tierra de servicio en  $\Omega$ .
- $K_R$  es la constante de tierra del electrodo seleccionado (0,073).
- $R_0$  es la resistencia de tierra ( $500 \Omega \cdot m$ ).

Obteniéndose un valor de  $36,5 \Omega$ , inferior al límite establecido de  $37 \Omega$ .

#### 2.1.6.3 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR.

Una vez seleccionada la configuración del electrodo se ha calculado la tensión de defecto siendo:

$$V_D = I_D \cdot R'_T \quad (13)$$

Donde:

- $V_D$  es la tensión de defecto del centro de transformación en V.
- $R'_T$  es la resistencia real total de tierra calculada ( $8,35 \Omega$ ).
- $I_D$  es la máxima corriente de defecto a tierra en (1.000 A).

El valor de tensión de defecto máximo resulta ser de 8.350 V. Al tratarse de una configuración con picas alineadas frente a la fachada del local del centro de transformación, el valor tensión de contacto es considerado nulo por lo que no se ha procedido calcularlo.

#### 2.1.6.4 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR.

El valor de la máxima tensión de paso de acceso desde el exterior de la estancia del centro de transformación al interior viene dada por:

$$V_C = K_P \cdot R_0 \cdot I_D \quad (14)$$

Donde:

- $K_P$  es el valor de la constante de tensión de paso (0,00212).
- $R_0$  es el valor de la resistencia de la tierra del centro ( $500 \Omega \cdot m$ ).
- $I_D$  es la corriente de defecto a tierra en A (1.000 A).
- $V_C$  es el valor de la tensión de paso en el acceso en V.

Se obtiene un máximo valor de tensión de paso de acceso de 1.060 V.

#### 2.1.6.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Las tensiones obtenidas en los apartados anteriores deben ser inferiores a valores unos máximos que hay que definir. Estos valores dependen del tiempo de despeje de falta de la red de compañía suministradora y de las características específicas del centro. El método de cálculo aplicado es detallado a continuación:

Para tiempo de despeje de falta por parte de las protecciones inferior a 0,9 segundos  $K=72$  y  $n=1$ .

La tensión de paso de acceso máxima en el edificio resulta:

$$V_{P(MAX)} = \frac{10K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3R_0 + 3R'_0}{1000} \right) \quad (15)$$

Donde:

- $K$  es la constante proporcionada por la compañía para el despeje de falta (72).
- $n$  es el valor proporcionado por la compañía para el despeje de falta (1)
- $t$  es el tiempo de despeje de la falta (0,7 segundos).
- $R_0$  es el valor de la resistencia de tierra del centro ( $500 \Omega \cdot m$ ).
- $R'_0$  es el valor de la resistencia del hormigón ( $3.000 \Omega \cdot m$ ).

Se ha obtenido un valor máximo de tensión de paso de acceso de 11.828,6 V

La tensión de paso en el exterior máxima resulta:

$$V_p = \frac{10K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6R_0}{1000}\right) \quad (16)$$

Donde:

- K es la constante proporcionada por la compañía para el despeje de falta (72).
- n es el valor proporcionado por la compañía para el despeje de falta (1)
- t es el tiempo de despeje de la falta (0,7 segundos).
- $R_0$  es el valor de la resistencia de tierra del centro ( $500 \Omega \cdot m$ ).

Obteniéndose un valor máximo de tensión de paso en el exterior de 4.114,29 V.

Comparando los valores máximos y los valores reales se comprueba que las tensiones están dentro de los límites exigidos por reglamento:

- Tensión de paso en el exterior del centro

$$V_p = 1.060 \text{ V} < V_{p(\text{MÁX})} = 4.114,29 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(\text{acc})} = 0 \text{ V} < V_{p(\text{acc})} = 11.828,57 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V'd = 8.500 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1.000 \text{ A} < I_{dm} = 1.000 \text{ A}$$

Queda comprobado que ningún valor de tensión u corriente es superior a los valores máximos establecidos por normativa según las características propias del centro de transformación

#### 2.1.6.6 TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Como medida de seguridad se ha procedido a estudiar la necesidad de separación entre el sistema de tierra de protección y el sistema de tierra de servicio. De esta forma se asegura evitar transferencia de tensiones entre ambos sistemas que afecten a su funcionamiento.

Dado que la tensión defecto es superior a 1.000 V se ha procedido a calcular la distancia mínima entre ambos sistemas:

$$D = \frac{R_0 \cdot I_D}{2000 \cdot \pi} \quad (17)$$

Donde:

- $I_D$  es la intensidad de defecto máxima (1.000 A).
- $R_0$  es la resistencia de tierra del centro de transformación (500  $\Omega \cdot m$ ).

Resulta que al menos debe existir una separación de 79,58 m entre los electrodos de ambos sistemas.

## 2.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

### 2.2.1 ESTUDIO GRADO DE OCUPACIÓN.

#### 2.2.1.1 PREÁMBULO.

Acorde a justificar la normativa de locales de pública concurrencia aplicada a todos los cálculos expuestos, a continuación se realiza el estudio del grado de ocupación de la instalación. En el apartado 2.1.2 aparece el valor real previsto de densidad de ocupación para el centro polideportivo.

Según ITC-BT-28 del REBT [8] son considerados locales de pública concurrencia, todas aquellas instalaciones destinadas a actividades de espectáculos, actividades recreativas, locales de reunión, trabajo o usos sanitarios, cuyo valor de concentración sea superior a 50 personas.

La ocupación prevista en dichos locales es estimada como una persona por cada 0,8 m<sup>2</sup>, a excepción de pasillos repartidores, vestíbulos y cuartos de aseo. Obliga a que aquellas instalaciones identificadas como BD2, BD3 ó BD4 (clasificación según nivel de saturación y facilidad de evacuación), se consideren siempre como locales de pública concurrencia.

No obstante, dicha metodología de predicción de ocupación es poco realista. El dato obtenido de ocupación está bastante alejado de la previsión real.

Es por ello que resulta correcto realizar dicho estudio en base a directrices del Código Técnico de Edificación (CTE). La estimación es diferente en función de la zona, tipo de actividad y su uso previsto. Evita la utilización de un valor equivalente común para todos los recintos como en el caso descrito de REBT.



### 2.2.1.2 CÁLCULO GRADO DE OCUPACIÓN.

Existen una serie de consideraciones a tener en cuenta para determinar el grado de ocupación:

- No se han tenido en cuenta como indican CTE y REBT para el cálculo de densidad de ocupación, áreas de trabajo ocasionales o destinadas a mantenimiento. No son consideradas áreas de ocupación real debido al carácter eventual de su cometido.
- Las tablas de resultados muestran el dato específico de la superficie de cada estancia, no la superficie total del recinto polideportivo. El valor de metros cuadrados equivalentes por persona es la cifra atribuida en la instrucción HE-3 de Código Técnico de Edificación, según la tipología de la estancia. La normativa no permite la consideración de la superficie total en metros cuadrados del local.

Se obtiene un resultado final de una densidad de posible de ocupación de 1.208,95 personas en la instalación.

El cálculo de densidad de ocupación mediante el dato marcado en el RBT de 0,8 m<sup>2</sup> por persona origina un resultado superior:

$$\text{Densidad ocupación} = m^2_{\text{Totales}} / 0.8 \frac{m^2}{\text{persona}} \quad (18)$$

El resultado muestra un nivel de ocupación máxima de 4.101 personas.

A continuación aparecen resumidos los cálculos en dos tablas resumen con los datos de densidad de ocupación de cada estancia:

SUPERFICIES DE ESTANCIAS DEL LOCAL	SUPERFICIE TOTAL (m2)	METROS CUADRADOS EQUIVALENTES (m <sup>2</sup> /Persona).	DENSIDAD DE OCUPACIÓN
Cuarto de baño 5	22,08	-	-
Vestuarios 4	11,71	3	4
Sala multiusos 1	14,64	1,5	10
Sala multiusos 2	14,65	1,5	10
Sauna tipo 1	18,62	1,5	12
Sauna tipo 2	18,74	1,5	12
Sala de masajes tipo 2	58,66	1,5	39
Cuarto de baño 6	19,98	-	-
Cuarto de baño 7	4,32	-	-
Vestuarios piscina	248,72	3	83
Vestuarios 5	8,00	3	3
Almacén 2	14,35	-	-
Almacén 3	8,61	-	-
Almacén 4	8,61	-	-
Almacén 5	6,99	-	-
Almacén	24,04	-	-
Salas de reuniones planta 1	27,06	10,00	3
Almacén planta 1	106,92	-	-
Salón de actos	91,28	1,00	91
Aula de enseñanza	42,57	1,50	28
Cafetería	11,89	10,00	1
Hall planta 1	480,57	2,00	240
Cuartos de baño	55,93	-	-

Tabla 7. Estudio grado de ocupación según CTE (1).

SUPERFICIES DE ESTANCIAS DEL LOCAL	SUPERFICIE TOTAL (m2)	METROS CUADRADOS EQUIVALENTES (m <sup>2</sup> /Persona).	DENSIDAD DE OCUPACIÓN
Local de acometida de la instalación	84,19	-	-
Local Grupo Electrónico	252,94	-	-
Cuarto de baño 1	5,54	-	-
Local personal de	40,59	-	-
Cuarto de baño 2	6,59	-	-
Sala de masajes 1	8,90	1,5	6
Vestibulos generales 2	81,19	2	41
Área circulación masajes	20,04	2	10
Sala de maquinaria	5,96	-	-
Sala de reuniones	21,60	10	2
Despacho Tipo 1	17,96	10	2
Despacho Tipo 2	34,97	10	3
Cuarto de baño 3	16,88	-	-
Vestuarios 1	28,79	3	10
Cuarto de baño 4	3,29	-	-
Vestuarios 2	6,72	3	2
Sala de musculación	411,71	5	82
Hall de entrada y vestíbulos generales	431,79	2	216
Sala de fitness 1	64,98	1,5	43
Sala de fitness 2	76,38	1,5	51
Sala de fitness 3	128,66	1,5	86
Sala de fitness 4	138,40	1,5	92
Sala de archivos	17,96	1,5	12
Sala de baile 1	29,28	1,5	0
Sala de baile 2	14,95	1,5	10
Vestuarios 3	11,42	3	4

Tabla 8. Estudio grado de ocupación según CTE (2).

## 2.2.2 DISEÑO LUMINOTÉCNICO.

### 2.2.2.1 PARÁMETROS DE CÁLCULO.

Los resultados obtenidos tras el estudio luminotécnico definen el número, disposición y tipología de las luminarias de la instalación.

Las luminarias han sido escogidas atendiendo a las especificaciones de la normativa UNE EN 12.464-1[14] y sección HE-3 de CTE. El cálculo del alumbrado interior responde a valores mínimos impuestos por ambos reglamentos, mientras que en el caso de alumbrado exterior es necesario cumplir las directrices de la norma UNE EN 12.193 [15]. Esta última norma es aplicada en iluminación de instalaciones deportivas ya sean cubiertas o al aire libre.

Para realizar el estudio de iluminación de las instalaciones que forman parte del polideportivo se ha empleado el programa de ejecución Dialux 4.0. Los resultados obtenidos son mostrados en las tablas 10,11 y 12. El anexo 1 muestra ejemplos de hojas de resultado del programa.

Ambas normas establecen una serie de parámetros mínimamente recomendables y obligatorios en términos de calidad y cantidad de alumbrado. El objetivo es crear instalaciones donde se logre un compromiso entre confort visual y eficiencia energética. Los índices calculados son:

- Iluminancia mantenida ( $E_m$ ):

Se trata de la relación entre flujo lumínico y el área de la estancia objeto de estudio:

$$E_m = \frac{\phi}{S} \quad (19)$$

Donde:

- $\phi$  es el valor de del flujo lumínico en lumen.
- S es la superficie de la estancia en  $m^2$ .

- Índice de deslumbramiento unificado (UGR):

Es el índice que cuantifica el deslumbramiento o la sensación producida por áreas brillantes en el entorno de trabajo.

Esta sensación puede crear molestia o incomodidad dependiendo de la dirección de visión preferencial en la estancia. Es por ello que la norma UNE EN 12.464

capítulo 4 (criterios de diseño de iluminación) establece valores límite que no pueden sobrepasarse en el local de estudio.

El nivel de deslumbramiento se calcula en base a la siguiente expresión:

$$UGR = 8 \cdot \text{Log} \left[ \frac{0.25}{L_b} \cdot \sum \left( \frac{L^2 \cdot \omega}{\rho^2} \right) \right] \quad (20)$$

Donde:

- $L_b$  Factor luminancia de fondo de luminarias (cd/m)
- $L$  Iluminancia del punto de luz en dirección del observador.
- $\omega$  Ángulo sólido de la luminaria respecto al observador en la estancia.
- $\rho$  Índice de posición de cada luminaria respecto a la desviación de la línea visual.

Índice que varía en una rango de 10 a 31. El tipo de luminaria seleccionada influye de manera directa sobre el análisis del brillo en el plano de trabajo. Este factor cobra mayor importancia en aquellas estancias dedicadas a trabajo de precisión o grado de ocupación prolongado en el tiempo.

Un valor pequeño de índice UGR indica un brillo prácticamente desapercibido a los ojos de una persona situada en el lugar de estudio.

- Índice de reproducción cromático de luminaria (Ra):

El rendimiento cromático hace referencia a las propiedades de color del sistema de iluminación. Dichas propiedades dependen de la capacidad de crear una cierta apariencia o temperatura de color por parte de los equipos de iluminación. El factor de reproducción cromática informa de la capacidad para reproducir los colores de los objetos.

La norma exige un valor superior a  $R_a > 80$  de las luminarias a instalar. Todas las luminarias escogidas en el estudio poseen un índice de reproducción cromático que excede este valor mínimo. Información facilitada en las hojas de información técnica de fabricante seleccionado Philips.

- Factor de uniformidad media (E mín/E media):

Se trata del cociente entre la iluminancia mínima y máxima de la instalación. Se trata de un factor indicativo de la idoneidad de iluminación del local. Idoneidad establecida por una transición suave entre zonas con amplio margen de iluminación (entorno de trabajo) y áreas donde la iluminación es inferior

(entorno alejado de plano de trabajo). Debido a ello se establece como valor mínimo de transición 0,7 en el plano.

En el caso específico de estancias de oficinas o tipo administrativo se ha diferenciado el área del plano de trabajo, del área circundante. El área de trabajo comprende la superficie de la estancia donde se realiza el esfuerzo visual útil. El área circundante es la superficie periférica de la zona de trabajo visual donde no se desarrolla trabajo útil. Existe un valor mínimo de factor de uniformidad de 0,5 para área circundante como se puede ver en la tabla 8:

ILUMINANCIA DE TAREA (LUX)	ILUMINANCIA DE AREAS CIRCUNDANTES INMEDIATAS (LUX)
$\geq 750$	500
500	300
300	200
$\leq 200$	Etarea
Uniformidad $\geq 0,7$	Uniformidad $\geq 0,5$

Tabla 9. Niveles mínimos de uniformidad lumínica entre superficies circundantes.

- Eficiencia energética de la instalación (VEEI):

Valor que representa la eficiencia energética del sistema de iluminación calculado. El procedimiento de cálculo se calcula como se muestra en la ecuación 21.

$$VEEI = \frac{P_{\text{INSTALADA}} \cdot 100}{S \text{ (M}^2\text{)} \cdot \text{ILUMINANCIA MEDIA MANTENIDA}} \text{ [W/M}^2\text{} \cdot 100\text{lux]} \quad (21)$$

El valor de eficiencia energética está limitado. Los valores máximos aparecen en el CTE (Código Técnico de edificación) sección HE-3.

Los niveles varían dependiendo del tipo de zona al que pertenezca la estancia. Zona clasificada como tipo 1 (espacio de representación), prevalecen los parámetros de cálculo lumínicos frente a criterios estéticos o decorativos. Zona clasificada como tipo 2 o espacio de no representación, prevalecen las pautas de cálculo y no las visuales.

#### 2.2.2.2 RESULTADOS DE DISEÑO.

En primer lugar se exponen los datos obtenidos en cuanto a valores de iluminancia media, índice de deslumbramiento máximo, uniformidad y rendimiento cromático según las luminarias seleccionadas. Junto a los datos reales medidos, aparecen los valores exigidos por normativa. Las tablas 10, 11 y 12 muestran los resultados en cada estancia del recinto.

Los resultados muestran espacios con varias superficies de cálculo. Esto es debido a que se ha realizado el estudio del local, diferenciando la superficie de trabajo de la superficie circundante (apartado 2.2.1). También existen estancias donde se decidió dividir la superficie de estudio en varias áreas de estudio. En segundo lugar se muestra una tabla resumen con las mediciones de eficiencia energética. El dato de eficiencia energética aparece expuesto junto al dato límite permitido por normativa.

PLANTA BAJA	VALORES OBTENIDOS				VALORES NORMATIVA			
ESTANCIA	Em	Emín/Emed	U.G.R.	Ra	Em (mín)	Emin/Emed (máx)	UGR	Ra
SALA FITNESS 1	442	0,703	22	>80	300	0,7	22	80
SALA FITNESS 2	406	0,739	22	>80	300	0,7	22	80
SALA FITNESS 3-4	471	0,71	22	>80	300	0,7	22	80
ALMACÉN	156	0,7	20	>80	100	0,7	25	60
SALA BAILE 1	477	0,701	17	>80	300	0,7	22	80
SALA BAILE 2	398	0,702	21	>80	300	0,7	22	80
PASILLO GENERAL	232	0,702	22	>80	200	0,7	22	80
SALAS MULTIUSOS 1-2	490	0,702	21	>80	300	0,7	22	80
SALA MASAJES 2	558	0,711	19	>80	300	0,7	19	80
SAUNAS 1	159	0,756	12	>80	100	0,7	22	80
SAUNA 2	123	0,702	16	>80	100	0,7	22	80
VESTUARIOS 3-4	455	0,871	18	>80	200	0,7	25	80
VESTUARIOS 5	291	0,882	<10	>80	200	0,7	25	80
VESTUARIOS PISCINAS	419	0,701	22	>80	300	0,7	22	80
BAÑOS 1	282	0,71	<10	>80	200	0,7	25	80
MUSCULACIÓN SUP.1	322	0,767	18	>80	300	0,7	22	80
MUSCULACIÓN SUP.2	308	0,737	21	>80	300	0,7	22	80
HALL PLANTA BAJA SUP.1	351	0,701	21	>80	100	0,7	22	80
HALL PLANTA BAJA SUP.2	360	0,755	22	>80	100	0,7	22	80
HALL PLANTA BAJA SUP.3	333	0,711	22	>80	100	0,7	22	80
ALMACÉN 2	262	0,7	22	>80	100	0,7	25	60
ALMACÉN 3	353	0,841	20	>80	100	0,7	25	60
ALMACÉN 4	342	0,852	21	>80	100	0,7	25	60
ALMACÉN 5	229	0,708	<10	>80	100	0,7	25	60
DESPACHO 1 SUP.1	593	0,707	18	>80	500	0,7	19	80
DESPACHO 1 SUP.2	642	0,7	18	>80	500	0,7	19	80
DESPACHO 2 SUP.1	535	0,713	<10	>80	500	0,7	19	80
DESPACHO 2 SUP.2	506	0,724	<10	>80	500	0,7	19	80
SALA REUNIONES SUP.1	667	0,859	18	>80	500	0,7	19	80
SALA REUNIONES SUP.2	580	0,732	18	>80	500	0,7	19	80
SALA ARCHIVOS	313	0,747	19	>80	200	0,7	25	80
SALA MAQUINARIA	362	0,766	<10	>80	100	0,7	25	60
SALA MASAJES 1	507	0,818	11	>80	100	0,7	22	80
SALA DE PERSONAL	326	0,701	17	>80	300	0,7	19	80

Tabla 10. Resultados lumínicos alumbrado interior (1).



PLANTA BAJA	VALORES OBTENIDOS				VALORES NORMATIVA			
ESTANCIA	Em	Emín/Emed	U.G.R.	Ra	Em (mín)	Emin/Emed (máx)	UGR	Ra
VESTUARIOS 1	310	0,7	23	>80	200	0,7	25	80
VESTUARIOS 2	455	0,71	18	>80	200	0,7	25	80
SALA GRUPO ELECTRÓ.	256	0,724	23	>80	100	0,7	25	60
ÁREAMASAJES SUP.1	352	0,814	19	>80	100	0,7	22	80
ÁREAMASAJES SUP.2	377	0,712	20	>80	100	0,7	22	80
VESTÍBULOS GENERALES	292	0,702	22	>80	100	0,7	22	80
VESTÍBULOS GENERALES	316	0,70	20	>80	100	0,7	22	80
VESTÍBULOS GENERALES	263	0,704	20	>80	100	0,7	22	80
ESTANCIA ACOMETIDA	246	0,726	23	>80	100	0,7	25	60
ZONA PISCINAS	1604	0,569	69	60	300	0,5	-	20
PLANTA 1	VALORES OBTENIDOS				VALORES NORMATIVA			
ESTANCIA	Em	Emín/Emed	U.G.R.	Ra	Em (mín)	Emin/Emed (máx)	UGR	Ra
ALMACÉN	384	0,704	20	>80	100	0,7	25	80
SALA REUNIONES	1065	0,857	17	>80	500	0,7	19	80
SALÓN DE ACTOS	286	0,712	20	>80	200	0,7	22	80
AULA ENSEÑANZA	597	0,761	19	>80	500	0,7	19	80
CAFETERÍA SUP.1	697	0,714	17	>80	520	0,7	22	80
CAFETERÍA SUP.2	696	0,78	<10	>80	520	0,7	22	80
CAFETERÍA SUP.3	852	0,77	<10	>80	520	0,7	22	80
HALL SUP.1	302	0,7	22	>80	100	0,7	22	80
HALL SUP.2	362	0,777	22	>80	100	0,7	22	80
HALL SUP.3	380	0,704	21	>80	100	0,7	22	80
HALL SUP.4	328	0,843	19	>80	100	0,7	22	80
SALA ESPARCIMIENTO CAFETERÍA	230	0,702	<10	>80	200	0,7	22	80

Tabla 11. Resultados lumínicos alumbrado interior (2).

ESTANCIA (PLANTA BAJA)	TIPOLOGÍA ZONA DE REPRESENTACIÓN	MEDICIÓN W/m <sup>2</sup> /100Lux	NORMATIVA W/m <sup>2</sup> /100Lux
SALA FITNESS 1	ZONA TIPO 1	2,33	5
SALA FITNESS 2	ZONA TIPO 1	2,38	5
SALA FITNESS 3-4	ZONA TIPO 1	2,32	5
ALMACÉN	ZONA TIPO 2	2,54	10
SALA BAILE 1	ZONA TIPO 1	3,43	5
SALA BAILE 2	ZONA TIPO 1	3,24	5
PASILLO GENERAL	ZONA TIPO 1	1,47	4,5
SALAS MULTIUSOS 1-2	ZONA TIPO 1	3,14	5
SALA MASAJES 2	ZONA TIPO 1	2,42	5
SAUNAS 1	ZONA TIPO 1	3,53	5
SAUNA 2	ZONA TIPO 1	2,93	5
VESTUARIOS 3-4	ZONA TIPO 2	4,86	10
VESTUARIOS 5	ZONA TIPO 2	5,22	10
VESTUARIOS PISCINAS	ZONA TIPO 1	2,66	5
BAÑOS 1	ZONA TIPO 2	3,39	10
HALL PLANTA BAJA	ZONA TIPO 1	1,31	4,5
MUSCULACIÓN SUP.1	ZONA TIPO 1	1,92	5
ALMACÉN 2	ZONA TIPO 2	3,16	10
ALMACÉN 3	ZONA TIPO 2	3,94	10
ALMACÉN 4	ZONA TIPO 2	4,01	10
ALMACÉN 5	ZONA TIPO 2	4,09	10
DESPACHO 1	ZONA TIPO 2	3,38	6
DESPACHO 2	ZONA TIPO 2	4,39	6
SALA REUNIONES	ZONA TIPO 1	3,36	3,5
SALA ARCHIVOS	ZONA TIPO 2	3,16	6
SALA MAQUINARIA	ZONA TIPO 2	2,83	10
SALA MASAJES 1	ZONA TIPO 2	5,23	10
SALA PERSONAL	ZONA TIPO 1	2,47	5
VESTUARIOS 1	ZONA TIPO 2	3,83	10
VESTUARIOS 2	ZONA TIPO 2	4,13	10
SALA GRUPO	ZONA TIPO 1	1,79	5
ÁREA MASAJES	ZONA TIPO 1	4,11	4,5
VESTÍBULOS	ZONA TIPO 1	2,38	4,5
ESTANCIA ACOMETIDA	ZONA TIPO 2	2,17	5
ESTANCIA (PLANTA 1)	TIPOLOGÍA ZONA DE REPRESENTACIÓN	MEDICIÓN W/m <sup>2</sup> /100Lux	Valor normativa
ALMACÉN	ZONA TIPO 2	2,07	5
SALA REUNIONES	ZONA TIPO 1	3,62	4,5
SALÓN DE ACTOS	ZONA TIPO 1	2,17	4,5
AULA ENSAÑANZA	ZONA TIPO 1	2,91	4,5
CAFETERÍA	ZONA TIPO 2	5,02	10
HALL	ZONA TIPO 2	1,46	10
SALA ESPARCIMIENTO CAFETERÍA	ZONA TIPO 2	2,42	10

Tabla 12. Resultados eficiencia energética.

## 2.2.3 DISEÑO ALUMBRADO DE SEGURIDAD

### 2.2.3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.

Al tratarse de un local de pública concurrencia es indispensable realizar un estudio de alumbrado de emergencia. La iluminación de emergencia tiene diferentes funciones:

- Alumbrado de evacuación diseñado para señalización de rutas de escape en las estancias del local que puedan estar ocupadas en el momento de la salida. La norma ITC-BT-28 del RBT contempla que las luminarias que realicen dicha función deben mantener un mínimo de iluminancia de 1 lux a una altura de 1 metro, sobre el plano de trabajo de las rutas de escape y ejes de pasos principales.

En aquellos puntos de instalación donde se ha previsto la instalación de cuadros de protecciones o elementos de lucha contra incendios (extintores ó columnas secas), el nivel mínimo requerido de iluminancia es de 5 lux. El reparto de luminarias de emergencia realizado permite que la razón entre iluminancia máxima y mínima en los trayectos de salida sea menor de 40.

- Alumbrado ambiente o antipánico para alumbrado del interior de la estancia. La iluminación debe ser suficiente para evitar cualquier riesgo de pánico, facilitando la identificación y alcance de las rutas de escape. La ITC-BT-28 de REBT [8], establece para el cálculo una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en toda la estancia, como mínimo a una altura de 1 metro sobre el plano de cálculo. La razón entre iluminancia máxima y mínima en todo el espacio debe ser menor de 40.

### 2.2.3.2 RESULTADOS DE DISEÑO.

Los resultados se muestran a continuación tablas 13 y 14. Los datos aparecen divididos en dos grupos:

- El primer grupo identifica la Iluminancia a nivel del suelo. Cantidad representativa de la iluminancia mínima y máxima en la superficie del local. Con ambos valores se calcula el valor de la uniformidad ( $E_{\text{mín}}/E_{\text{máx}}$ ). Valores mínimos exigidos al alumbrado de evacuación.
- El segundo grupo expone los datos obtenidos sobre el plano de trabajo a una altura de 1 metro. Son los resultados obtenidos para alumbrado ambiente.

PLANTA BAJA	ILUMINANCIA HORIZONTAL NIVEL SUELO (lux)			ILUMINANCIA PLANO DE TRABAJO (lux)		
	Emín (Lux)	Emáx (Lux)	UNIFORMIDAD (Emín/Emáx)	Emín (Lux)	Emáx (Lux)	UNIFORMIDAD (Emín/Emáx)
SALA FITNESS 1	2,6	9,9	0,26	1,8	21,9	0,08
SALA FITNESS 2	1,9	9,9	0,19	1	22,2	0,05
SALAS FITNESS 3-4	1,5	11,4	0,13	0,9	25,4	0,03
ALMACÉN	1,6	10,2	0,16	1	23	0,05
SALA BAILE 1	2,9	9	0,32	2,6	18,2	0,14
SALA BAILE 2	1,5	8,4	0,17	1	17	0,06
PASILLO GENERAL	6,1	1	0,07	6,1	1	0,07
SALAS MULTIUSOS 1-2	4,4	10,2	0,43	4,4	22,7	0,19
SALA MASAJES 2	2,9	20,7	0,14	1,8	37,2	0,05
SAUNAS 1	3,7	7,7	0,42	3,1	17,1	0,18
SAUNA 2	1,8	4,8	0,38	1,9	8,9	0,21
VESTUARIOS 3-4	1,5	17	0,09	1,7	28,4	0,06
VESTUARIOS 5	1,4	3,5	0,39	1,4	8,6	0,16
VESTUARIOS PISCINA	1,8	14,4	0,12	1	27,2	0,04
SALA MUSCULACIÓN	2	19,7	0,1	1,1	36,9	0,03
HALL GENERAL	1,8	21,4	0,08	0,9	36,6	0,02
ALMACÉN 2	1,3	5	0,26	1,1	9,8	0,11
ALMACÉN 3	3,8	10	0,38	4,1	22,6	0,18
ALMACÉN 4	2,3	4,1	0,56	2,5	9	0,28
ALMACÉN 5	1,8	5,2	0,34	2,2	10	0,22
DESPACHO 1	3,5	20,1	0,18	2,7	42,9	0,06
DESPACHO 2	1	3,4	0,3	1	3,4	0,3
SALA REUNIONES	4,6	10,2	0,45	3,6	22,6	0,16
SALA ARCHIVOS	5,9	16,9	0,35	4,5	38,9	0,11
SALA MAQUINARIA	3,5	5,7	0,6	4,1	10,3	0,4
SALA MASAJES 1	1,3	3,4	0,38	1,3	8,4	0,16
SALA PERSONAL	3,5	16,1	0,22	2,2	33,1	0,07

Tabla 13. Resultados lumínicos alumbrado de seguridad (1).

PLANTA BAJA	ILUMINANCIA HORIZONTAL NIVEL SUELO (lux)			ILUMINANCIA PLANO DE TRABAJO (lux)		
	Emín (Lux)	Emáx (Lux)	UNIFORMIDAD (Emín/Emáx)	Emín (Lux)	Emáx (Lux)	UNIFORMIDAD (Emín/Emáx)
VESTUARIOS 1	2,9	15,3	0,19	3	28	0,11
VESTUARIOS 2	1,8	10,3	0,18	2,3	22,2	0,1
SALA GRUPO ELECTRÓ.	1,3	10,8	0,12	0,6	23,2	0,03
ÁREA MASAJES	1,3	12,2	0,11	0,8	26,3	0,03
PASILLO OFICINAS	1,4	9,9	0,14	1	22,8	0,04
VESTÍBULOS GENERALES 2	1,8	13,3	0,13	1	30,2	0,03
ESTANCIA ACOMETIDA	0,6	19,6	0,03	0,6	19,6	0,03
PLANTA BAJA	ILUMINANCIA HORIZONTAL NIVEL SUELO (lux)			ILUMINANCIA PLANO DE TRABAJO (lux)		
	Emín (Lux)	Emáx (Lux)	UNIFORMIDAD (Emín/Emáx)	Emín (Lux)	Emáx (Lux)	UNIFORMIDAD (Emín/Emáx)
ALMACÉN	0,6	8,6	0,22	0,6	8,6	0,22
SALA REUNIONES	1,6	4,3	0,51	1,6	4,3	0,51
SALÓN DE ACTOS	1,8	8,7	0,5	1,3	18,1	0,3
AULA ENSEÑANZA	1,2	8,9	0,33	0,8	18,5	0,16
CAFETERÍA	1,1	9	0,16	1	19,2	0,1
HALL GENERAL	1,2	14	0,26	0,7	28,2	0,13
SALA ESPARCIMIENTO CAFETERÍA	0,9	4,4	0,39	0,6	8	0,22

Tabla 14. Resultados lumínicos alumbrado de seguridad (2)

### 2.2.4 EQUILIBRADO DE FASES.

Con el objetivo de reducir al máximo los efectos perjudiciales relativos a desequilibrio de fases es necesario realizar un equilibrado de las diferentes. La nomenclatura empleada para identificar los conductores polares de la instalación será:

$$L_1(\text{fase 1 R}), L_2(\text{fase 2 S}), L_3(\text{fase 3 T}).$$

El reparto de cargas de la instalación se ha realizado de forma que la potencia necesaria a abastecer a los receptores quede repartida en cada fase. Cada fase debe soportar la misma intensidad a plena carga o en su defecto la más parecida posible al resto.

El correcto reparto de la potencia del local disminuye la posibilidad de existencia de efectos perjudiciales para el buen funcionamiento de la instalación. Efectos perjudiciales que se pueden resumir en:

- Problemas en el conductor neutro. El sistema de alimentación de la instalación a circuitos interiores un sistema trifásico de cuatro hilos. Si las cargas no están equilibradas la corriente que puede circular por el neutro es muy elevada, incluso en caso extremo, mayor que en los conductores de fase. La sobrecarga originada puede provocar el disparo intempestivo de los automáticos de corte omnipolar de protección.
- Pérdidas de potencia. Una deficiente compensación de cargas implica aumento de pérdidas en los conductores. Dichas pérdidas se minimizan cuando circulan las mismas corrientes de equivalentes en valor eficaz por los conductores de fase. La corriente por el neutro teóricamente tiende a cero.

Pérdidas en conductor:

$$P_P = R \cdot (I_{L1}^2 + I_{L2}^2 + I_{L3}^2 + I_N^2) \quad (22)$$

Donde:

-R es el valor de la resistencia del conductor en  $\Omega$ .

-  $I_L$  es el valor de la corriente circulante por cada fase y neutro en A.

Siendo  $I_{L1} = I_{L2} = I_{L3}$  ;  $I_N = 0$  (Sistema equilibrado).

- Calentamiento de conductores. Un exceso de pérdidas en uno de los conductores de fase, por sobrecarga, puede provocar un incremento de su temperatura. El deterioro del aislamiento es un efecto inmediato que de sobrepasar sus límites implica riesgo de incendio.

## 2.2.5 DISEÑO DE LÍNEAS.

### 2.2.5.1 PREÁMBULO AL CÁLCULO.

El siguiente punto tiene como objetivo detallar el proceso de cálculo de la sección mínima comercial de los conductores de la instalación. El dimensionado de circuitos de la instalación obedece a la metodología expuesta en normativa UNE. El proceso de cálculo adoptado es el expuesto en la norma UNE 20.460 [11].

### 2.2.5.2 PREVISIÓN DE CARGAS.

La previsión de carga determina la potencia total de cálculo para dimensionar los conductores. Existen diversos factores de corrección expuestos en el REBT y descritos en la memoria descriptiva del presente proyecto:

- Potencia de cálculo para motores en general.

$$P_{\text{CÁLCULO}} = P_{\text{NOMINAL}} \cdot 1,25 \quad (23)$$

- Potencia de cálculo para lámparas de descarga:

$$P_{\text{CÁLCULO}} = P_{\text{NOMINAL}} \cdot 1,8 \quad (24)$$

- Potencia de cálculo para motor de elevación:

$$P_{\text{CÁLCULO}} = P_{\text{NOMINAL}} \cdot 1,3 \quad (25)$$

También se han empleado junto a los factores de previsión de cargas, factores de utilización y simultaneidad para ajustar el diseño, al funcionamiento real de la instalación. El propósito final busca determinar las secciones comerciales técnica y económicamente más viables. Los factores de previsión de demanda empleados aparecen detallados en el punto 5.2.1 de la memoria descriptiva.

### 2.2.5.3 CÁLCULO DE LA SECCIÓN.

El cálculo de la sección de los conductores requiere el cumplimiento inicial de dos criterios:

- Criterio de caída de tensión.

El primer criterio identifica la máxima caída de tensión. Este valor depende del punto en cuestión de estudio de la instalación. Las caídas de tensión máximas aparecen detalladas en la ITC-BT-19 (figura15) según el tipo de esquema de estudio. La figura 15 muestra los valores límite de caída de tensión para alumbrado y fuerza.

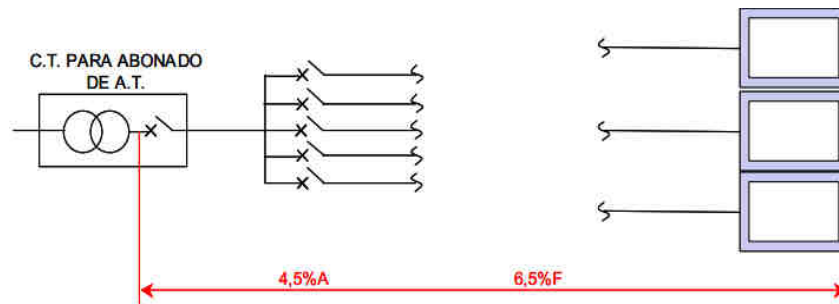


Figura 15. Caídas de tensión máximas admisibles en la instalación.

Para el cálculo de la sección se emplean diferentes expresiones dependiendo del tipo de línea:

- Para líneas monofásicas:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} \quad (26)$$

- Para líneas trifásicas:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} \quad (27)$$

Donde:

- P potencia de cálculo (previsión de carga) del circuito en W.
- L longitud del circuito objeto de estudio en metros.
- e caída de tensión máxima permitida en el tramo.
- U tensión de la instalación en voltios.
- $\gamma$  conductividad del cable en  $\frac{m}{\Omega} \cdot mm^2$ .

El valor de la conductividad empleado para el cálculo de la sección puede ser seleccionado en base a tres alternativas; conductividad a temperatura nominal de 20°C, conductividad a temperatura máxima de servicio del conductor o conductividad a la temperatura real de funcionamiento.

El tipo de aislamiento del conductor define el valor de la conductividad a la máxima temperatura de servicio de los cables. La conductividad empleada en los cálculos según la temperatura máxima del conductor aparece detallada en la tabla 15.



MATERIAL	$\gamma(\text{m}/\Omega \cdot \text{mm})$		
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura °C	20	70	90

Tabla 15. Conductividades para distintas temperaturas de funcionamiento del conductor.

Para los conductores con tensión asignada 0,6/1 kV (aislamiento XLPE ejemplo: conductores bajo tierra entubados o sobre bandeja),  $\gamma = 44 \frac{\text{m}}{\Omega} \cdot \text{mm}^2$ . Conductores interiores de aislamiento con mezcla reticulada de poliolefina (Z) (ejemplo: circuitos interiores),  $\gamma = 48 \frac{\text{m}}{\Omega} \cdot \text{mm}^2$ .

- Criterio de intensidad máxima admisible.

La sección comercial seleccionada debe ser capaz de soportar la intensidad nominal del circuito. La máxima densidad de corriente calculada no debe superar la intensidad admisible del conductor.

Al igual que en el criterio de caída de tensión, dependiendo del tipo de línea la corriente se calcula como:

- Para líneas monofásicas:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos(\varphi)} \quad (28)$$

- Para líneas trifásicas:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi)} \quad (29)$$

Donde:

- P es la potencia de cálculo (previsión de carga) en W.
- U es la tensión de la instalación en V.
- Cos( $\varphi$ ) es el factor de potencia del receptor/es de la línea a calcular.

Hay tener en cuenta que dependiendo del modo de instalación existen una serie de factores de corrección. La corriente real necesaria para la línea se obtiene como:

$$I_{\text{CONDUCTOR}} = \frac{I}{\sum F_{\text{CORRECCIÓN}}} \quad (30)$$

Donde:

$\sum F_{\text{CORRECCIÓN}}$  es el valor global de factores de corrección aplicados a la línea en función de temperatura y agrupamientos.

Una vez calculada la intensidad real por el conductor se compara con la máxima densidad de corriente que soporta el cable.

$$I_{\text{MÁX}} \geq I_{\text{CONDUCTOR}}$$

#### 2.2.5.4 LÍNEAS.

Este punto muestra los resultados de cálculo de las líneas. Los conductores que las componen alimentan a los cuadros secundarios, cuadros secundario-secundarios y a los equipos finales instalados.

- Método de instalación.

Para las instalaciones interiores y receptoras se ha seleccionado como método de referencia B1. Se procederá a instalar los cables perfilados en pared de mampostería bajo tubo. En el caso de los circuitos que alimentan los equipos de las piscinas del polideportivo el método de referencia seleccionado ha sido D (enterrado bajo tubo). Las líneas que alimentan a los cuadros secundarios serán distribuidas sobre bandejas, siendo el método de instalación seleccionado E. Para el cálculo las secciones, se ha aplicado el mismo proceso marcado por la norma UNE 20.460 [11]

El cumplimiento de la selectividad entre protecciones o el tiempo de despeje de cortocircuito en un punto de la instalación pueden hacer incrementar la sección de los circuitos.

- Factores de corrección.

La temperatura ambiente máxima considerada en el aire es de 40 °C. No se ha aplicado factor de corrección de temperatura por ser esta la nominal en la tabla A52.1 bis empleada, de la norma UNE-EN 20.460 [11]. En ciertos tramos de la instalación, los conductores discurrirán agrupados. El efecto sobre la intensidad de este agrupamiento requiere la aplicación de los correspondientes coeficientes de corrección según el número de circuitos instalados.

• Resultados de diseño.

CUADRO	POTENCIA DE CÁLCULO (KW)	TENSIÓN DE CÁLCULO(V)	Nº DE POLOS x SECCIÓN (mm2)		LONGITUD MÁXIMA (m)	Caída de Tensión Real (V)	CAÍDA DE TENSIÓN REAL (%)	CAÍDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%)	Icc (kA)	CAÍDA DE TENSIÓN DE CÁLCULO (%)	INTENSIDAD (A)
CS.P. 1	5,882	400	4x	25	58	0,78	0,19 %	0,19 %	5,9	3,00 %	13,33
CS.NP.1	9,421	400	4x	35	62	0,95	0,24 %	0,24 %	5,9	5,00 %	21,61
CS.P.2	3,037	400	4x	25	63	0,43	0,11 %	0,11 %	5,9	3,00 %	7,38
CS.NP.2	18,840	400	4x	25	63	2,70	0,67 %	0,67 %	5,9	5,00 %	45,76
CS.P.3	4,066	400	4x	10	64	1,48	0,37 %	0,37 %	5,9	3,00 %	9,87
CS.NP.3	0,033	400	4x	35	64	0,00	0,00 %	0,00 %	5,9	5,00 %	0,08
CS.P.4	1,809	400	4x	10	53	0,54	0,14 %	0,14 %	5,9	3,00 %	4,39
CS.P.5	4,278	400	4x	10	48	1,17	0,29 %	0,29 %	5,9	3,00 %	10,39
CS.NP.5	21,462	400	4x	95	52	0,67	0,17 %	0,17 %	5,9	5,00 %	52,12
CS.P.6	3,505	400	4x	16	32	0,40	0,10 %	0,10 %	5,9	3,00 %	7,45
CS.NP.6	0,800	400	4x	16	16	0,05	0,01 %	0,01 %	5,9	5,00 %	1,45
CS.P.7	2,082	400	4x	16	36	0,27	0,07 %	0,07 %	5,9	3,00 %	3,93
CS.NP.7	3,222	400	4x	16	35	0,40	0,10 %	0,10 %	5,9	5,00 %	5,75
CS.P.8	3,339	400	4x	16	16	0,19	0,05 %	0,05 %	5,9	3,00 %	7,10
CS.NP.8	62,500	400	4x	50	10	0,71	0,18 %	0,18 %	5,9	5,00 %	118,84
CS.P.9	0,672	400	4x	16	11	0,03	0,01 %	0,01 %	5,9	3,00 %	1,27
CS.NP.9	3,702	400	4x	16	11	0,14	0,04 %	0,04 %	5,9	5,00 %	6,99
CS.NP.10	28,152	400	4x	16	47	4,70	1,17 %	1,17 %	5,9	3,00 %	68,37
CS.P.10	2,97	401	2x	16	35	0,37	0,09 %	0,09 %	5,9	3,00 %	6,71
CS.NP.11	0,994	400	4x	16	18	0,06	0,02 %	0,02 %	5,9	5,00 %	2,13
CS.P.11	4,500	400	4x	6	46	1,96	0,49 %	0,49 %	5,9	3,00 %	10,20
CS.NP.12	4,710	400	4x	16	47	0,79	0,20 %	0,20 %	5,9	5,00 %	10,08
CS.NP.13	9,614	400	4x	35	53	0,83	0,21 %	0,21 %	5,9	5,00 %	17,37
CS.P.12	6,240	400	4x	10	29	1,03	0,26 %	0,26 %	5,9	5,00 %	12,52

Tabla 16. Resultados de cálculo líneas a cuadros de mando secundarios.

CUADRO	POTENCIA DE CÁLCULO (KW)	TENSIÓN DE CÁLCULO (V)	Nº DE POLOS x SECCIÓN (mm2)		LONGITUD MÁXIMA (m)	CAÍDA DE TENSIÓN REAL (%)	CAÍDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%)	I <sub>cc</sub> (kA)	CAÍDA DE TENSIÓN DE CÁLCULO (%)	INTENSIDAD (A)
CSS.P.1	3,80	400	4x	10	37	0,20 %	0,394 %	1,6	3,00	8,08
CSS.NP.1	4,71	400	4x	6	37	0,41 %	0,650 %	1,3	5,00	9,45
CSS.P.2	1,83	400	4x	10	42	0,11 %	0,218 %	1,4	3,00	3,89
CSS.NP.2	14,12	400	4x	10	42	0,84 %	1,517 %	1,4	5,00	39,2
CSS.NP.3	0,02	400	4x	2,5	27	0,00 %	0,004 %	0,9	3,00	0,03

Tabla 18. Resultados de cálculo líneas a cuadros secundarios-secundarios.

CUADRO	CÓDIGO CIRCUITO	CARGA PREVISTA (Kw)	TENSIÓN DE CÁLCULO (V)	Nº DE POLOS	SECCIÓN COMERCIAL ELEGIDA (mm2)	LONGITUD MÁXIMA (m)	CAÍDA DE TENSIÓN REAL (%)	CAÍDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%)	I <sub>cc</sub> (kA)	CAÍDA DE TENSIÓN DE CÁLCULO (%)	INTENSIDAD (A)
CS.P.1	CS.P.1 SF 1	0,32	230	2x	2,5	7,0	0,07 %	0,26 %	2,83	3,00 %	1,62
	CS.P.1 SF 2	0,32	230	2x	2,5	11,0	0,11 %	0,30 %	2,83	3,00 %	1,62
	CS.P.1 SF 3	0,32	230	2x	2,5	14,0	0,14 %	0,33 %	2,83	3,00 %	1,62
	CS.P.1 SF 4	0,32	230	2x	2,5	16,52	0,16 %	0,36 %	2,83	3,00 %	1,62
	CS.P.1 SF 5	0,32	230	2x	2,5	19,98	0,20 %	0,39 %	2,83	3,00 %	1,62
	CS.P.1 SF 6	0,32	230	2x	2,5	23,38	0,23 %	0,43 %	2,83	3,00 %	1,62
CS.NP.1	CS.NP.1 SF 1	2,36	230	2x	2,5	10,29	0,76 %	1,00 %	3,22	5,00 %	14,22
	CS.NP.1 SF 2	2,36	230	2x	2,5	21,14	1,57 %	1,81 %	3,22	5,00 %	14,22
CSS.P.1	CSS.P.1.SF 1	0,63	230	2x	1,5	15,8	0,53 %	0,92 %	1,56	3,00 %	3,24
	CSS.P.1.SF 2	0,63	230	2x	1,5	18,65	0,62 %	1,01 %	1,56	3,00 %	3,24
	CSS.P.1.SF 3	0,63	230	2x	1,5	21,64	0,72 %	1,11 %	1,56	3,00 %	3,24
	CSS.P.1.SF 4	0,63	230	2x	1,5	18,82	0,63 %	1,02 %	1,56	3,00 %	3,24
	CSS.P.1.SF 5	0,63	230	2x	1,5	21,73	0,72 %	1,12 %	1,56	3,00 %	3,24
	CSS.P.1.SF 6	0,63	230	2x	1,5	24,7	0,82 %	1,22 %	1,56	3,00 %	3,24
CSS.NP.1	CSS.NP.1.1	2,36	230	2x	2,5	19,76	1,47 %	2,12 %	1,26	3,00 %	11,38
	CSS.NP.1.2	2,36	230	2x	2,5	24,69	1,83 %	2,48 %	1,26	3,00 %	11,38

Tabla 17. Resultados cálculos circuitos interiores (1).

CUADRO	CÓDIGO CIRCUITO	CARGA PREVISTA (Kw)	TENSIÓN DE CÁLCULO (V)	Nº DE POLOS	SECCIÓN COMERCIAL ELEGIDA (mm <sup>2</sup> )	LONGITUD MÁXIMA (m)	CAÍDA DE TENSIÓN REAL (%)	CAÍDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%)	I <sub>cc</sub> (kA)	CAÍDA DE TENSIÓN DE CÁLCULO (%)	INTENSIDAD (A)
CS.P.2	CS.P.2 SB 1	0,32	230	2x	2,5	8,83	0,09 %	0,20 %	2,71	3,00 %	1,62
	CS.P.2 SB 2	0,32	230	2x	2,5	5,74	0,06 %	0,17 %	2,71	3,00 %	1,62
	CS.P.2 SB 3	0,32	230	2x	2,5	11,93	0,12 %	0,23 %	2,71	3,00 %	1,62
CS.NP.2	CS.NP.2 SB 1	2,36	230	2x	2,5	5,12	0,38 %	1,05 %	2,71	5,00 %	11,38
	CS.NP.2 SB 2	2,36	230	2x	2,5	5,03	0,37 %	1,05 %	2,71	5,00 %	11,38
	CS.NP.2 SB 3	0,01	230	2x	2,5	14,43	0,00 %	0,68 %	2,71	3,00 %	0,05
CSS.P.2	CSS.P.2 SM 1	0,63	230	2x	1,5	17,0	0,57 %	0,78 %	1,43	3,00 %	4,05
	CSS.P.2 SM 2	0,32	230	2x	1,5	9,34	0,16 %	0,37 %	1,43	3,00 %	1,62
	CSS.P.2 SM 3	0,32	230	2x	1,5	11,24	0,19 %	0,40 %	1,43	3,00 %	1,62
	CSS.P.2 SM 4	0,32	230	2x	1,5	13,6	0,23 %	0,44 %	1,43	3,00 %	1,62
	CSS.P.2 SM 5	0,05	230	2x	1,5	12,18	0,03 %	0,25 %	1,43	3,00 %	0,36
	CSS.P.2 SM 6	0,05	230	2x	1,5	14,89	0,04 %	0,26 %	1,43	3,00 %	0,36
	CSS.P.2 SM 7	0,05	230	2x	1,5	17,1	0,04 %	0,26 %	1,43	3,00 %	0,36
	CSS.P.2 SM 8	0,10	230	2x	1,5	9,97	0,05 %	0,27 %	1,43	3,00 %	0,63
CSS.NP.2	CSS.NP.2 SM 1	6,00	400	4x	2,5	10,19	0,32 %	1,84 %	1,43	5,00 %	16,67
	CSS.NP.2 SM 2	6,00	400	4x	2,5	5,39	0,17 %	1,69 %	1,43	5,00 %	16,67
	CSS.NP.2 SM 3	2,12	230	2x	2,5	16,65	1,11 %	2,63 %	1,43	5,00 %	10,24
CS.P.3	CS.P.3 PIS 1	0,32	230	2x	2,5	29,76	0,30 %	0,67 %	1,49	3,00 %	1,62
	CS.P.3 PIS 2	0,16	230	2x	1,5	2,77	0,02 %	0,39 %	1,49	3,00 %	0,81
	CS.P.3 PIS 3	0,16	230	2x	1,5	14,17	0,12 %	0,49 %	1,49	3,00 %	0,81
	CS.P.3 PIS 4	1,03	230	2x	1,5	21,96	1,19 %	1,56 %	1,49	3,00 %	6,58
	CS.P.3 PIS 5	1,03	230	2x	1,5	15,43	0,83 %	1,20 %	1,49	3,00 %	6,58
	CS.P.3 PIS 6	1,11	230	2x	1,5	25,73	1,50 %	1,87 %	1,49	3,00 %	7,09
CS.NP.3	CS.NP.3 PIS 1	0,01	230	2x	1,5	11,05	0,01 %	0,01 %	3,18	3,00 %	0,07
CSS.NP.3	CSS.NP.3 BAÑ 6 <sub>1</sub>	0,02	230	2x	1,5	4,18	0,004 %	0,01 %	0,86	3,00 %	0,09
CS.P.4	CS.P. 4 PAS 1	0,50	230	2x	1,5	18,02	0,48 %	0,61 %	1,71	3,00 %	2,57
	CS.P. 4 PAS 2	0,50	230	2x	1,5	41,47	1,10 %	1,23 %	1,71	3,00 %	3,22
	CS.P. 4 PAS 3	0,58	230	2x	1,5	64,92	1,98 %	2,12 %	1,71	3,00 %	3,71

Tabla 19. Resultados cálculos circuitos interiores (2)

CUADRO	CÓDIGO CIRCUITO	CARGA PREVISTA (Kw)	TENSIÓN DE CÁLCULO (V)	Nº DE POLOS	SECCIÓN COMERCIAL ELEGIDA (mm2)	LONGITUD MÁXIMA (m)	CAÍDA DE TENSIÓN REAL (%)	CAÍDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%)	I <sub>cc</sub> (kA)	CAÍDA DE TENSIÓN DE CÁLCULO (%)	INTENSIDAD (A)
CS.P.5	CS.P.5 MUS 1	0,28	230	2x	2,5	38,78	0,34 %	0,63 %	1,83	3,00 %	2,61
	CS.P.5 MUS 2	0,28	230	2x	2,5	32,31	0,29 %	0,58 %	1,83	3,00 %	2,61
	CS.P.5 MUS 3	1,18	230	2x	2,5	19,67	0,73 %	1,02 %	1,83	3,00 %	10,97
	CS.P.5 MUS 4	0,55	230	2x	2,5	14,57	0,25 %	0,55 %	1,83	3,00 %	2,84
	CS.P.5 MUS 5	0,84	230	2x	2,5	35,99	0,96 %	1,25 %	1,83	3,00 %	7,83
	CS.P.5 MUS 6	0,84	230	2x	2,5	29,17	0,77 %	1,07 %	1,83	3,00 %	7,83
CS.NP.5	CS.NP.5 MUS 1	1,60	230	2x	4	22,67	0,71 %	0,88 %	4,62	5,00 %	19,32
	CS.NP.5 MUS 2	1,60	230	2x	4	24,14	0,76 %	0,93 %	4,62	5,00 %	19,32
	CS.NP.5 MUS 3	1,60	230	2x	4	25,93	0,82 %	0,98 %	4,62	5,00 %	19,32
	CS.NP.5 MUS 4	1,60	230	2x	4	27,44	0,86 %	1,03 %	4,62	5,00 %	19,32
	CS.NP.5 MUS 5	1,60	230	2x	4	29,28	0,92 %	1,09 %	4,62	5,00 %	19,32
	CS.NP.5 MUS 6	1,60	230	2x	4	30,98	0,98 %	1,14 %	4,62	5,00 %	19,32
	CS.NP.5 MUS 7	1,60	230	2x	4	32,21	1,01 %	1,18 %	4,62	5,00 %	19,32
	CS.NP.5 MUS 8	1,60	230	2x	4	34,32	1,08 %	1,25 %	4,62	5,00 %	19,32
	CS.NP.5 MUS 9	1,92	230	2x	4	47,24	1,79 %	1,95 %	4,62	5,00 %	23,19
	CS.NP.5 MUS 10	1,92	230	2x	4	46	1,74 %	1,91 %	4,62	5,00 %	23,19
	CS.NP.5 MUS 11	1,92	230	2x	4	46,07	1,74 %	1,91 %	4,62	5,00 %	23,19
	CS.NP.5 MUS 12	0,48	230	2x	2,5	42,35	0,64 %	0,81 %	4,62	5,00 %	5,80
	CS.NP.5 MUS 13	0,48	230	2x	2,5	40,24	0,61 %	0,78 %	4,62	5,00 %	5,80
	CS.NP.5 MUS 14	1,92	230	2x	4	48	1,81 %	1,98 %	4,62	5,00 %	23,19
	CS.NP.5 MUS 15	0,01	230	2x	2,5	16,17	0,01 %	0,17 %	4,62	3,00 %	0,07
	CS.NP.5 MUS 16	0,007	230	2x	2,5	16,11	0,004 %	0,17 %	4,62	3,00 %	0,04
CS.P.6	CS.P.6 VES 1	0,79	230	2x	2,5	21,45	0,53 %	0,63 %	3,06	3,00 %	5,03
	CS.P.6 VES 2	0,95	230	2x	2,5	36,55	1,10 %	1,20 %	3,06	3,00 %	6,09
	CS.P.6 VES 3	1,04	230	2x	2,5	33,0	1,08 %	1,18 %	3,06	3,00 %	5,29
	CS.P.6 VES 4	0,06	230	2x	2,5	7,37	0,01 %	0,11 %	3,06	3,00 %	0,43
	CS.P.6 VES 5	0,06	230	2x	2,5	10,0	0,02 %	0,12 %	3,06	3,00 %	0,43
	CS.P.6 VES 6	0,06	230	2x	2,5	12,42	0,02 %	0,12 %	3,06	3,00 %	0,43
	CS.P.6 VES 7	0,03	230	2x	2,5	12,83	0,01 %	0,11 %	3,06	3,00 %	0,22
	CS.P.6 VES 8	0,01	230	2x	2,5	11,58	0,00 %	0,10 %	3,06	3,00 %	0,06
	CS.P.6 VES 9	0,15	230	2x	2,5	11,0	0,05 %	0,15 %	3,06	3,00 %	0,95

Tabla 20. Resultados cálculos circuitos interiores (3).

CUADRO	CÓDIGO CIRCUITO	CARGA PREVISTA (Kw)	TENSIÓN DE CÁLCULO (V)	Nº DE POLOS	SECCIÓN COMERCIAL ELEGIDA (mm2)	LONGITUD MÁXIMA (m)	CAÍDA DE TENSIÓN REAL (%)	CAÍDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%)	I <sub>cc</sub> (kA)	CAÍDA DE TENSIÓN DE CÁLCULO (%)	INTENSIDAD (A)
CS.NP.6	CS.NP.6 VES 1	0,80	230	2x	2,5	21,79	0,55 %	0,56 %	4,02	5,00 %	3,86
CS.P.7	CS.P.7 DES 1	0,38	230	2x	2,5	17,64	0,21 %	0,28 %	2,88	3,00 %	2,78
	CS.P.7 DES 2	0,89	230	2x	2,5	33,43	0,93 %	1,00 %	2,88	3,00 %	6,48
	CS.P.7 DES 3	0,51	230	2x	2,5	7,92	0,13 %	0,19 %	2,88	3,00 %	2,59
	CS.P.7 DES 4	0,19	230	2x	2,5	10,6	0,06 %	0,13 %	2,88	3,00 %	1,39
CS.NP.7	CS.NP.7 DES 1	0,32	230	2x	4	13,88	0,09 %	0,19 %	2,93	5,00 %	2,21
	CS.NP.7 DES 2	1,28	230	2x	4	22,64	0,57 %	0,67 %	2,93	5,00 %	8,83
	CS.NP.7 DES 3	0,96	230	2x	4	28,95	0,55 %	0,65 %	2,93	5,00 %	6,63
	CS.NP.7 DES 4	0,33	230	2x	4	11,93	0,08 %	0,18 %	2,93	5,00 %	1,60
	CS.NP.7 DES 5	0,33	230	2x	4	17,4	0,11 %	0,21 %	2,93	5,00 %	2
CS.P.8	CS.P.8 ACO 1	0,19	230	2x	4	19,29	0,07 %	0,12 %	4,02	3,00 %	0,97
	CS.P.8 ACO 2	0,48	230	2x	4	24,0	0,22 %	0,27 %	4,02	3,00 %	2,43
	CS.P.8 ACO 3	0,59	230	2x	4	17,98	0,21 %	0,26 %	4,02	3,00 %	4,34
	CS.P.8 ACO 4	0,59	230	2x	4	24,5	0,29 %	0,33 %	4,02	3,00 %	4,34
	CS.P.8 ACO 5	1,19	230	2x	4	56,46	1,3 %	1,37 %	4,02	3,00 %	8,68
CS.NP.8	CS.NP.8 ACO 1	31,25	400	4x	10	10,56	0,47 %	0,65 %	5,37	5,00 %	59,42
	CS.NP.8 ACO 2	31,25	400	4x	10	10,56	0,47 %	0,65 %	5,37	5,00 %	59,42
CS.P.9	CS.P.9 MAS 1	0,13	230	2x	4	11,61	0,03 %	0,04 %	4,46	3,00 %	0,65
	CS.P.9 MAS 2	0,13	230	2x	4	11,28	0,03 %	0,03 %	4,46	3,00 %	0,81
	CS.P.9 MAS 3	0,32	230	2x	4	10,04	0,06 %	0,07 %	4,46	3,00 %	1,62
	CS.P.9 MAS 4	0,02	230	2x	4	9,73	0,00 %	0,01 %	4,46	3,00 %	0,13
CS.NP.9	CS.NP.9 MAS 1	0,0145	230	2x	4	6,59	0,002 %	0,04 %	4,46	3,00 %	0,07
	CS.NP.9 MAS 2	0,007	230	2x	4	4,58	0,001 %	0,04 %	4,46	3,00 %	0,04
	CS.NP.9 MAS 3	3,68	230	2x	4	9,78	0,71 %	0,74 %	4,46	5,00 %	17,78
CS.NP.10	CS.NP.10 PIS 1	4,80	400	4x	6	37,79	1,72 %	2,89 %	2,50	3,00 %	10,20
	CS.NP.10 PIS 2	4,80	400	4x	6	53,26	2,42 %	3,60 %	2,50	3,00 %	10,20
	CS.NP.10 PIS 3	4,80	400	4x	6	65,84	2,99 %	4,17 %	2,50	3,00 %	10,20
	CS.NP.10 PIS 4	4,80	400	4x	6	73,2	3,33 %	4,50 %	2,50	3,00 %	10,20
	CS.NP.10 PIS 5	2,24	400	4x	2,5	19,84	0,25 %	1,43 %	2,50	5,00 %	4,28
	CS.NP.10 PIS 6	2,24	400	4x	2,5	29,24	0,37 %	1,55 %	2,50	5,00 %	4,28
	CS.NP.10 PIS 7	2,24	400	4x	2,5	37,94	0,48 %	1,66 %	2,50	5,00 %	4,28
	CS.NP.10 PIS 8	2,24	400	4x	2,5	38,94	0,50 %	1,67 %	2,50	5,00 %	4,28

Tabla 21. Resultados cálculos circuitos interiores (4).

CUADRO	CÓDIGO CIRCUITO	CARGA PREVISTA (Kw)	TENSIÓN DE CÁLCULO (V)	Nº DE POLOS	SECCIÓN COMERCIAL ELEGIDA (mm2)	LONGITUD MÁXIMA (m)	CAÍDA DE TENSIÓN REAL (%)	CAÍDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%)	I <sub>cc</sub> (kA)	CAÍDA DE TENSIÓN DE CÁLCULO (%)	INTENSIDAD (A)
CS.P.10	CS.P.10 SAL1	0,63	230	2x	2,5	11,39	0,23 %	0,32 %	2,93	3,00 %	4,05
	CS.P.10 SAL2	0,63	230	2x	2,5	6,41	0,13 %	0,22 %	2,93	3,00 %	4,05
	CS.P.10 SAL3	1,03	230	2x	2,5	13,45	0,44 %	0,53 %	2,93	3,00 %	5,27
	CS.P.10 SAL4	0,53	230	2x	2,5	25,14	0,42 %	0,51 %	2,93	3,00 %	3,87
	CS.P.10 SAL5	0,01	230	2x	2,5	26,14	0,01 %	0,10 %	2,93	3,00 %	0,06
CS.NP.11	CS.NP.11 SAL1	0,33	230	2x	4	7,31	0,05 %	0,06 %	3,87	5,00 %	2,00
	CS.NP.11 SAL2	0,33	230	2x	4	3,98	0,03 %	0,04 %	3,87	5,00 %	2,00
	CS.NP.11 SAL3	0,33	230	2x	4	5,64	0,04 %	0,05 %	3,87	5,00 %	1,60
CS.P.11	CS.P.11 SALON 1	0,24	230	2x	1,5	19,07	0,24 %	0,24 %	1,30	3,00 %	1,74
	CS.P.11 SALON 2	0,24	230	2x	1,5	16,52	0,21 %	0,21 %	1,30	3,00 %	1,74
	CS.P.11 SALON 3	0,24	230	2x	1,5	13,95	0,17 %	0,17 %	1,30	3,00 %	1,74
	CS.P.11 SALON 4	0,32	230	2x	1,5	15,34	0,26 %	0,26 %	1,30	3,00 %	2,31
	CS.P.11 SALON 5	0,32	231	2x	1,5	16,5	0,15 %	0,15 %	1,30	3,00 %	1,33
	CS.P.11 SALON 6	0,32	232	2x	1,5	17,7	0,16 %	0,16 %	1,30	3,00 %	1,33
	CS.P.11 SALON 7	0,63	233	2x	2,5	38,35	0,41 %	0,41 %	1,30	3,00 %	2,64
	CS.P.11 SALON 8	0,86	234	2x	1,5	25,35	0,60 %	0,60 %	1,30	3,00 %	3,58
	CS.P.11 SALON 9	1,19	230	2x	2,5	46,33	1,74 %	1,74 %	1,30	3,00 %	8,71
CS.NP.12	CS.NP.12 SALON	2,36	230	2x	2,5	19,56	1,45 %	1,45 %	2,40	5,00 %	11,38
	CS.NP.12 SALON	2,36	230	2x	2,5	19,62	1,46 %	1,46 %	2,40	5,00 %	11,38
CS.NP.13	CS.NP.13 CAF 1	0,28	230	2x	1,5	6,13	0,09 %	0,09 %	3,48	3,00 %	1,44
	CS.NP.13 CAF 2	2,21	230	2x	2,5	8,04	0,56 %	0,56 %	3,48	5,00 %	13,33
	CS.NP.13 CAF 3	4,42	230	2x	4	8,04	0,70 %	0,70 %	3,48	5,00 %	21,33
	CS.NP.13 CAF 4	2,59	230	2x	6	4,14	0,14 %	0,14 %	3,48	5,00 %	17,89
	CS.NP.13 CAF 5	0,004	230	2x	1,5	18,33	0,00 %	0,00 %	3,48	3,00 %	0,03

Tabla 22 Resultados cálculos circuitos interiores (5).



- Conductores.

Las líneas que alimentan cuadros secundarios y cuadros secundarios-secundarios se han diseñado con conductores de cobre, de aislamiento 0,6/1kV de Polietileno Reticulado RZ1-K (AS).

Los conductores elegidos para los circuitos interiores son cables aislados de poliolefina (Z1) termoplástica con baja emisión humos ES07Z1-K(AS) y de cobre. La tensión asignada de dichos conductores es de 450/750 V. Los circuitos en piscinas cumplen con las características marcadas en el REBT para cables enterrados a una temperatura ambiente de 25C°. Los conductores serán de tipo R07V-K con aislamiento de Policloruro de Vinilo adaptado a ambientes húmedos, de tensión asignada 0,6/1 kV.

Ejemplo de selección de sección:

Para la selección de la sección comercial se ha empleado la tabla A.52-bis de la norma UNE 20.460 [11]. El circuito interior CSS.P.1 SF 1 obedece a una sección comercial de 1,5 mm<sup>2</sup> para hacer frente a una intensidad de 1,62 A calculada. La sección se busca en la tabla 23 para método de instalación B1 y aislamiento 2PVC (sexta columna y tercera fila). Se observa que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup> puede soportar hasta 15 A, más de la intensidad prevista.

A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm <sup>2</sup> Cu												
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	—
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	—
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	—
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	—
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	—
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	—
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	—	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	—	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	—	—	—	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	—	—	—	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	—	—	—	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	—	—	—	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	—	—	—	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	—	—	—	315	350	374	401	435	468	490	552	590

Tabla 23. Secciones normalizadas UNE 20.460.

### 2.2.6 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.

Determinar el valor de las posibles corrientes de fallo en cada punto de la instalación permite seleccionar conductores y protecciones. El método de las impedancias determina el valor de la resistencia y reactancia hasta el punto de estudio.

Se ha procedido a hallar el valor de la impedancia equivalente en cada posible punto de fallo de la instalación, desde la fuente de suministro eléctrico (transformador).

- Impedancia.

Las características de funcionamiento del transformador a instalar son:

-Potencia aparente

$$S_{TR} = 250 \text{ kVA}$$

-Tensión secundaria de transformador:

$$V_{2NL} = 400 \text{ V}$$

-Tensión de cortocircuito:

$$U_{cc} = 6 \%$$

Con estos datos se procede a calcular el valor de la impedancia del transformador:

$$Z_{CC} = \frac{U_{CC} \cdot V_{2NL}^2}{100 \cdot S_N} = 0,0384 \Omega \quad (31)$$

Donde:

- $Z_{CC}$  es el valor de la impedancia de cortocircuito del transformador en  $\Omega$ .

- $U_{CC}$  es el valor de la tensión de cortocircuito del transformador (6%).

- $V_{2NL}$  es el valor de la tensión nominal en el secundario del transformador (400 V).

- $S_N$  es el valor de la potencia nominal del transformador (250 kVA).

El valor de la impedancia total a partir de los datos del transformador se calcula como:

$$Z_{CC} = \sqrt{X_{LÍNEA}^2 + R_{LÍNEA}^2} \quad (32)$$

Donde:

- $X_{LÍNEA}$  se trata de la inductancia de la línea en cuestión en  $\Omega$  calculada como:

$$X = \gamma \cdot \frac{L}{n_c} \quad (33)$$

Siendo:

-  $\gamma$  reactancia lineal del conductor en  $\frac{m\Omega}{m}$

-  $n_c$  conductores en paralelo.

-  $L$  longitud del conductor en metros.

- $R_{LÍNEA}$  se trata del valor de la resistencia de la línea calculada como:

$$R = \rho \cdot 10^3 \frac{L}{n_c \cdot S_{COND}} \quad (34)$$

Siendo:

-  $\rho$  la resistividad del conductor en  $\Omega \cdot mm^2$ .

-  $S_{COND}$  se trata de la sección del conductor de la línea.

-  $n_c$  conductores en paralelo.

Una vez determinada la impedancia total hasta el punto de consideración se procede a calcular la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{V_F}{Z_{ACUMULADA}} \quad (35)$$

Donde el valor de  $Z_{ACUMULADA}$  viene dado en  $\Omega$  por la ecuación 32.

- Impedancia líneas interiores.

El proceso de cálculo es equivalente para cualquier punto interior del local. Se determina la impedancia equivalente hasta el punto considerado para el fallo teniendo en cuenta la impedancia de circuitos anteriores.

$$R_{acumulada} = R_{trafo} + R_{línea CPBT} + R_{equivalente línea} \quad (36)$$

$$X_{acumulada} = X_{trafo} + X_{red CPBT} + X_{equivalente línea} \quad (37)$$

Donde:

- $R$  y  $X$  son los valores de reactancia y resistencia en  $\Omega$  calculados según ecuaciones 33 y 34.

### 2.2.7 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

A efectos de proteger los conductores frente a fallos de cortocircuito o sobrecargas que puedan afectar a su aislamiento, existirán en la instalación interruptores automáticos. Como medida adicional de protección frente a posibles defectos de aislamiento se instalarán interruptores diferenciales que actuarán de forma coordinada junto a las protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

- Interruptores automáticos magnetotérmicos.

Son las protecciones encargadas de soportar, establecer o interrumpir el servicio en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones anormales como un cortocircuito.

El proceso de selección de los interruptores obedece a tres criterios. Los dos primeros marcados en la normativa UNE 20.460-4-43 [11] en cuanto a protección contra fallo y un tercer criterio especificado en la normativa UNE-EN 60.947-1 respecto a selectividad:

- Criterio de sobrecarga.

Se elige la corriente nominal de funcionamiento del interruptor de entre los valores comerciales. Para ello se acota dicha corriente entre el valor máximo admisible para la sección del circuito a proteger y la corriente nominal de funcionamiento atendiendo a la condiciones de selectividad entre protecciones:

$$1) \quad I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (38)$$

Donde:

- $I_B$  es la corriente nominal de funcionamiento de la línea a proteger.
- $I_Z$  es la intensidad máxima admisible para dicha línea.
- $I_N$  es el calibre o corriente asignada al interruptor.

Existe una segunda condición de sobrecarga que no hace falta calcular pues siempre se cumple para cualquier interruptor automático independientemente de la forma de fabricación.

Las protecciones elegidas en cada circuito son capaces de despejar el fallo por cortocircuito en un tiempo inferior estipulado en el punto de instalación individual. Esta condición se comprueba mediante la característica tiempo/intensidad y comprobando que el tiempo de despeje de falta es inferior al tiempo en alcanzar el conductor su máxima temperatura.

- Criterio de cortocircuito:

El interruptor debe de ser capaz de abrir el circuito en las condiciones de intensidad de fallo máxima que puedan darse en dicha línea a proteger. El automático aísla el circuito antes de llegar a la máxima sollicitación térmica del conductor. Se comprueba mediante las condiciones:

$$I_{CU} \geq I_{CCMÁX} \quad (39)$$

Donde:

- $I_{CCMÁX}$  es la corriente de cortocircuito máxima en el punto de la instalación en kA.
- $I_{CU}$  es el poder de corte último del interruptor automático en kA.

El poder de corte de los interruptores para cada automático aparece definido en la hoja de características del fabricante.

- Criterio de selectividad.

Es la capacidad de coordinación de las protecciones para el despeje de una falta. Para el diseño de la instalación se ha optado por instalar protecciones capaces de ofrecer selectividad total ante fallo en alimentación a cuadros secundarios. De este modo el defecto es despejado por la protección situada en la línea de fallo, sin provocar el disparo de las protecciones de origen.

Para la protección de circuitos interiores, se han seleccionado protecciones modelo C60 SCHNEIDER con curva característica tiempo/intensidad tipo C. La curva de actuación tipo C permite el despeje casi instantáneo de fallos en circuitos de alimentación a cargas mixtas. En el caso de las líneas principales que parten del cuadro general de Baja Tensión las protecciones seleccionadas son interruptores de caja moldeada modelos NSX 100/160/400. Los interruptores modelo NSX permiten regular los valores de intensidad y tiempo de actuación para despeje de fallos adaptando la actuación a las exigencias de protección de cada tramo de la instalación.

• Interruptores diferenciales.

Son las protecciones encargadas de provocar la apertura del circuito cuando se sobrepasa un determinado umbral en la variación de la corriente. Caracterizadas por:

- Corriente diferencial asignada.

Valor exigido por normativa UNE- EN 61.008 para la sensibilidad de disparo del interruptor ante un contacto. Puede variar desde los 30 mA hasta incluso 1 A de sensibilidad.

- Curva de disparo.

Viene determinada por el tiempo límite de no actuación o de no respuesta. Existen diferentes tipos de diferenciales según la curva de disparo. Los diferenciales seleccionados actúan de forma instantánea según curva de disparo tipo AC.

Equipos escogidos clase L-LD-AC de fabricante SCHNEIDER con sensibilidad 30 mA para protección de circuitos interiores.

Con el esquema de protección escogido (diferencial por circuito) no resulta necesaria la instalación de un dispositivo diferencial general tal y como marca la ITC-BT-17 de REBT [8]. Este tipo de esquema evitará la apertura por actuación del diferencial de varios circuitos. El disparo del diferencial abrirá el circuito que protege sin afectar al resto. Al tratarse de un local de pública concurrencia no debe quedar sin suministro eléctrico más de un tercio de cada estancia.

Las protecciones diferenciales en las líneas que parten del cuadro general de Baja Tensión serán relés diferenciales regulables modelos VIGIREX RH99 de SCHNEIDER. Relés asociados a los interruptores automáticos modelo NSX. La sensibilidad seleccionada para los relés diferenciales proporcionará la selectividad necesaria entre estas protecciones. Dado que los interruptores diferenciales aguas abajo tienen una sensibilidad 30 mA, los relés aguas arriba deben tener como mínimo una sensibilidad de 100 mA.

## 2.2.8 GRUPO ELECTRÓGENO.

Debido al carácter esencial de ciertos elementos como alumbrado, equipos contra incendios o componentes electrónicos de seguridad, es necesario instalar un suministro de auxiliar de energía.

Según R.E.B.T ITC-BT-28, los locales de pública concurrencia pueden utilizar como fuentes auxiliares de alimentación los siguientes equipos:

- Baterías de acumuladores.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución.

La puesta en funcionamiento de la fuente de alimentación debe llevarse a cabo en el momento en que exista fallo de suministro por parte de la empresa suministradora. Si se produjese una caída de tensión de al menos un 70% del valor permitido en la instalación, el grupo auxiliar debe ser conectado. No obstante, se trata del valor límite, por lo que los grupos de alimentación auxiliar pueden inyectar energía con caídas de tensión inferiores a éste valor porcentual.

El reglamento exige que la fuente auxiliar debe ser capaz de garantizar como mínimo un 15% de la potencia activa total prevista en el centro.

En el diseño del centro polideportivo se ha optado por seleccionar una fuente capaz de abastecer como mínimo, dicho valor marcado por reglamento o el valor de potencia activa total prevista para instalaciones de uso prioritario, si este último es superior. Será instalado como fuente de suministro auxiliar un grupo electrógeno.

- Valor mínimo de potencia activa:

Teniendo en cuenta el valor de potencia activa máxima prevista, la potencia mínima del grupo resulta:

$$P_{\text{MÍN}} = 15\% P_{\text{TOTAL PREVISTA}} \quad (40)$$

Donde:

- $P_{\text{TOTAL CONTRATADA}}$ . Es la potencia activa máxima prevista de la instalación.
- $P_{\text{MÍN}}$ . Es la potencia mínima del grupo electrógeno.

Obteniéndose un valor mínimo de suministro de 30,875 kW.

- Valor máximo de potencia activa:

Comprende el dato de la potencia activa total instalada de los equipos de uso prioritarios de la instalación. El valor de potencia activa es superior la cifra del apartado anterior. Éste valor marca el máximo de potencia activa a generar por el grupo.

$$P_{\text{TOTAL}} = \sum_{\text{CP1}}^{\text{CPN}} P \quad (41)$$

La suma de las potencias de todos los cuadros de carácter prioritario suma 42,379 kW.

Donde

- $P_{\text{CP}}$  es la potencia activa instalada de cada cuadro prioritario de la instalación.

- $P_{TOTAL}$  es la potencia activa máxima instalada total que debe de ser capaz de suministrar el grupo electrógeno.

Por lo tanto las características que debe de cumplir el grupo electrógeno son:

- Potencia activa máxima:

$$P_{MÁX} = P_{TOTAL} = 42,379 \text{ kW}$$

- Potencia activa mínima:

$$P_{MÍN} = 30,875 \text{ kW}$$

- Potencia aparente:

$$S_{APARENTE \text{ NOMINAL}} = \frac{P_{MÁX}}{\cos(\varphi_{INSTALACIÓN})} \quad (42)$$

Donde:

- $P_{MÁX}$  es el valor de la potencia máxima prevista para la instalación (205,83 kW).

- $\cos(\varphi_{INSTALACIÓN})$  es el valor del factor de potencia característico de la instalación (0,88).

Se obtiene un valor de potencia nominal aparente del grupo electrógeno de 48,16kVA.

- Tensión de conexión:

$$V_{NOMINAL \text{ CONEXIÓN}} = 400 \text{ V}$$

- Frecuencia nominal:

$$f_{NOMINAL} = 50\text{Hz}$$

## 2.2.9 BANCO DE CONDENSADORES.

Con objeto de reducir la energía reactiva demandada por los elementos instalados resulta necesario dimensionar un banco de condensadores. El banco de condensadores



suministrará energía reactiva a los receptores de modo que disminuye o incluso puede anular la energía reactiva demandada a la red de alimentación.

La instalación de condensadores en paralelo aporta una serie de ventajas técnicas en la instalación; reducción de la intensidad demandada por los receptores con la consiguiente reducción de la sección de los conductores, aumento de la potencia disponible al reducir la intensidad eficaz demandada de la red, reducción de la caída de tensión aguas arriba del punto de suministro a la instalación o disminución de pérdidas por efecto Joule.

A continuación se muestra el cálculo de la capacidad del banco de condensadores necesario a partir de la potencia activa instalada:

- Inicialmente es necesario conocer los valores de potencia activa, reactiva, aparente y factor de potencia inicial que caracterizan a la instalación.

- Potencia activa máxima prevista en la instalación:

$$P_{\text{ACTIVA}} = 205,83 \text{ kW}$$

- Potencia reactiva máxima prevista en la instalación:

$$Q_{\text{REACTIVA}} = 110,85 \text{ kVAR}$$

- Potencia aparente total:

$$S_{\text{APARENTE}} = \sqrt{P_{\text{ACTIVA}}^2 + Q_{\text{REACTIVA}}^2} \quad (43)$$

Donde:

- $P_{\text{ACTIVA}}$  es el valor de la potencia activa máxima prevista en la instalación en kW.
- $Q_{\text{REACTIVA}}$  es el valor de la potencia reactiva máxima prevista en la instalación en kVAR.
- $S_{\text{APARENTE}}$  es el valor total previsto de potencia aparente en la instalación en kVA.

El valor máximo de potencia aparente prevista en la instalación resulta ser de 233,78 kVA.

- Factor de potencia inicial:

$$\cos(\varphi)_{\text{INSTALACIÓN}} = \frac{P_{\text{ACTIVA}}}{S_{\text{APARENTE}}} \quad (44)$$

- Tangente de  $\varphi$  inicial:

$$\tan(\varphi_1) = 0,54$$

- El nuevo factor de potencia seleccionado para la instalación es de:

$$\cos(\varphi) = 0,95$$

Optimizado el factor de potencia de la instalación a este valor se evita penalizaciones económicas a la instalación por parte de la compañía eléctrica. La nueva tangente de  $\varphi$  para dicho factor resulta:

$$\tan(\varphi_2) = 0,33$$

- La potencia aparente que debe de generar el banco de condensadores viene expresada por:

$$Q_C = Q_1 - Q_2 = P_{\text{ACTIVA}} \cdot \tan(\varphi_1) - P_{\text{ACTIVA}} \cdot \tan(\varphi_2) \quad (45)$$

Donde:

- $Q_1$  es el valor de la potencia reactiva sin conexión del bando de condensadores en VAR.

-  $Q_2$  es el valor de la potencia reactiva tras la conexión del banco de condensadores en VAR.

Simplificando la expresión anterior se obtiene que:

$$Q_C = P_{\text{ACTIVA}} \cdot (\tan(\varphi_1) - \tan(\varphi_2))$$

La nueva potencia reactiva que el banco de condensadores debe de inyectar a la instalación es de 43,2 kVAR.

- La capacidad de los condensadores que forman el banco se calcula partiendo de la consideración de conexión de los condensadores en triángulo. La conexión en triángulo permite que para una misma potencia reactiva la capacidad sea tres veces menor que la conexión en estrella:

$$C_{\text{BANCO}} = \frac{Q_C \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U_L^2 \cdot 3} \quad (46)$$

Donde:

- $Q_C$  es la potencia reactiva calculada a generar por el banco (43,2 kVAR).
- $f$  es la frecuencia del sistema (50 Hz).
- $U_L$  es la tensión de conexión al sistema del banco (400V).

El resultado muestra una capacidad necesaria para el bando de 286,46  $\mu$ F.

El equipo elegido para realizar la compensación de reactiva es un armario modelo ALPIMATIC de fabricante LEGRAND con condensadores secos encapsulados y conmutación electromecánica propia. Para facilitar la medición instantánea del factor de potencia y el control de reactiva el armario incorpora un regulador para el control de la conexión y desconexión de los escalones. Alternando la conexión y desconexión se puede modificar el valor del factor de potencia de la instalación.

#### 2.2.10 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS.

Para limitar las tensiones que puedan aparecer y resultar peligrosas tanto para las personas en el interior del local, como para las propias instalaciones es imprescindible diseñar una puesta a tierra.

En esencia se realiza el cálculo del electrodo de tierra necesario para lograr una resistencia de puesta a tierra lo suficientemente baja, garantizando seguridad en el interior del local. Electrodo que según ITC- BT-18 de REBT [8] pueden estar formados por:

- Pletinas de conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidas por elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestren que son apropiadas.

El tipo electrodo seleccionado debe de ser capaz de asegurar que el valor de la resistencia de puesta a tierra sea tal que cualquier masa de la instalación no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en el local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Las característica de resistividad del terreno, influye en el valor de resistencia total del sistema, la longitud del conductor a enterrar y número de picas o placas a conectar al mismo hilo de puesta a tierra.

Este valor de la resistividad del terreno es facilitado por el REBT [8] en su ITC-BT-18 apartado-9 identificándolo según tipo de suelo. Dado que se desconoce el valor de la

resistividad de tierra, el cálculo ha sido realizado para un valor estándar específico de suelos cultivables o terraplenes:

$$\rho = 500 \, \Omega \cdot m$$

NATURALEZA DEL TERRENO	VALOR MEDIO DE LA RESISTIVIDAD ( $\Omega$ )
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 24. Valor de resistividad del terreno según REBT.

Una vez determinado el valor de la resistividad, se procede a estimar el valor de la longitud del conductor de tierra de tierra en función del mismo. Para ello debemos tener en cuenta el valor más restrictivo posible de diferencia de potencial en la instalación, igual a 24 V.

La primera estimación de la longitud del conductor, tiene en cuenta el dato de corriente residual más desfavorable, de los dispositivos diferenciales instalados, correspondiente a un valor de 300 mA. El valor de la resistencia de tierra debe ser tal que provoque el disparo de este equipo diferencial antes de llegar a la tensión máxima.

Se procede al cálculo de la siguiente forma:

$$V_{MÁX} = \frac{\rho \cdot 2}{L} \cdot I \quad (47)$$

Donde:

- $V_{MÁX}$  es la tensión máxima de contacto 24 V.
- $L$  longitud en metros del conductor.
- $I$  corriente residual o sensibilidad del dispositivo diferencial.

La longitud mínima para el conductor de tierra es de 12,5 m. Con este dato de longitud calculamos el valor de la resistencia de tierra mediante la expresión específica para conductor enterrado (tabla 25).

ELECTRODO	RESISTENCIA DE TIERRA ( $\Omega$ )
Placa enterrada	$R=0,8\rho/P$
Pica vertical	$R=\rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R=2\rho/L$
$\rho$ , resistividad del terreno ( $\Omega\cdot m$ )	
P, perímetro de la placa(m)	
L, longitud de pica o conductor (m)	

Tabla 25. Resistencia de tierra según tipo de electrodo seleccionado.

Se obtiene un valor de resistencia de 80  $\Omega$ . Es un valor de resistencia de puesta a tierra excesivamente elevado. Limitado el valor de la resistencia a 10 $\Omega$ , la longitud de conductor necesaria resulta:

$$L_{\text{CONDUCTOR}} = 100 \text{ m}$$

### 2.2.11 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS TRANSITORIAS.

Con objeto de proteger contra sobretensiones que pueden aparecer en la instalación es necesario diseñar un sistema de protección que pueda hacer frente a perturbaciones de tipo transitorias. Los orígenes de sobretensiones transitorias son variados:

- Desconexiones de líneas sin carga.
- Desconexiones de transformadores en vacío
- Maniobras en circuitos de baja tensión.
- Derivaciones a tierra de redes aisladas.
- Impacto distante de rayo.
- Impacto cercano de rayo y actuación de protección.

En este apartado se especifica el cálculo para selección de dispositivo de protección frente a sobretensiones transitorias de origen atmosférico.

Dado que la GUÍA-BT-23 de REBT [8] recomienda la instalación de protección de sobretensiones en lugares con más de 20 días de tormenta al año y define como muy aconsejable en zonas con al menos 25 días al año, resulta necesario realizar el cálculo de eficacia requerida. El CTE establece un cálculo estimativo de la eficacia de protección de las instalaciones frente a impactos de rayo determinando su obligatoriedad.

En primer lugar se debe definir el de régimen de tormentas anual del lugar de estudio. El nivel ceráunico o posibilidad de descargas atmosféricas se expresa con un valor llamado frecuencia de caída de rayos al año por  $\text{km}^2$ . Se muestra un mapa facilitado por CTE en el documento DB-SUA (sección 8) donde se visualiza la frecuencia de descargas:

El polideportivo se localiza en el municipio de Alcobendas en la comunidad de Madrid. El nivel ceráunico de la zona  $N_G$  equivale a 2.5 impactos/años,  $\text{km}$ .

Dado que este valor es un valor medio anual se realiza un cálculo estimativo de la frecuencia específica esperada para el edificio de la siguiente forma:

$$N_E = N_G \cdot A_E \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \quad (48)$$

Donde:

-  $A_E$  superficie de captura equivalente del edificio aislado en  $\text{m}^2$ , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia  $3H$  de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo  $H$  la altura del edificio en el punto del perímetro considerado. Para la instalación es igual a  $16.615,13 \text{ m}^2$ .

-  $C_1$  coeficiente relacionado con el entorno. Para la instalación resulta 0.5.

$N_G$  es la frecuencia de impacto según la situación geográfica de la instalación y para el caso de estudio es 2,5.

Seguidamente se procede a calcular el valor del riesgo admisible:

$$N_A = \frac{5.5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3} \quad (49)$$

Donde:

- $C_2$ . Coeficiente en función del tipo de construcción igual a 1.
- $C_3$  Coeficiente en función del contenido del edificio igual a 3.
- $C_4$  Coeficiente en función del uso del edificio, igual a 3.
- $C_5$  Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio igual a 1.

El valor del riesgo admisible obtenido es de  $6 \cdot 10^{-4}$ .

Finalmente la eficacia requerida para la instalación se calcula como:

$$E = 1 - \frac{N_A}{N_E} = 0.9711 \quad (50)$$

Este valor representa el tipo de equipamiento necesario para proteger frente a sobretensiones transitorias:

Es necesario dimensionar un equipo de protección de nivel 2.

$$N_E > N_A$$

EFICIENCIA REQUERIDA	NIVEL DE PROTECCION
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,8 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,8$	4

Tabla 26. Niveles de protección según eficiencia calculada.

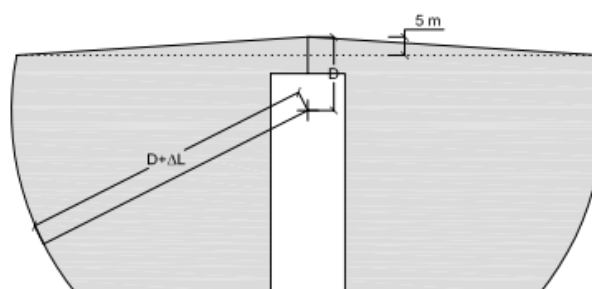


Figura 16. Volumen ficticio de protección creado por el pararrayos.

Según CTE anexo SU-8 existen diferentes métodos de cálculo del volumen de protección. Dado que se ha decidido instalar pararrayos con dispositivo de cebado, el volumen protegido se calcula como un volumen esférico que proteja la estructura del edificio en su totalidad como se muestra en la imagen.

NIVEL DE PROTECCION	RADIO DE LA ESFERA RODANTE (m)
1	20
2	30
3	45
4	60

Tabla 27. Radios mínimos de esfera ficticia de protección según nivel de protección requerido.

Cuyo radio es:

$$R = D + \Delta L \quad (51)$$

Donde:

- D es el valor marcado en la tabla 27.
- $\Delta L$  es la distancia en metros en función del tiempo del avance en el cebado  $\Delta t$  del pararrayos en  $\mu s$  (microsegundos).  $\Delta L = \Delta t$ , para valores de  $\Delta t$  inferiores o iguales a  $60 \mu s$ , y  $\Delta L = 60$  m para valores de  $\Delta t$  superiores.

El valor de radio de protección ficticio resulta ser de 90 metros. El modelo de pararrayos elegido CPT-3 NIMBUS CIRPROTEC (h=6) ofrece protección frente a impacto de rayo en un radio de 97m suficiente para evitar daños en la instalación.





# **3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

### 3.1 OBJETO.

El presente documento tiene por objetivo especificar las características mínimas exigibles para la construcción y montaje de las instalaciones de Alta y Baja Tensión de las cuales estará dotado el centro polideportivo.

Para ello se detallan a continuación las diferentes particularidades respecto a:

- Documentación legal necesaria para la aprobación del proyecto por los organismos públicos.
- Características particulares de los materiales de las instalaciones de Alta y Baja Tensión.
- Proceso de ejecución y recepción de los materiales.
- Condiciones técnicas y aplicación de normativa.

### 3.2 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.

El contratista será la persona encargada de llevar a cabo las actividades necesarias para la correcta evolución de los trabajos en las instalaciones. Será una persona autorizada y técnicamente cualificada.

Con carácter general será el responsable de los trabajos durante las diferentes fases de ejecución de la obra. La responsabilidad de la misma recaerá sobre esta persona física o jurídica adjudicataria de los trabajos.

La persona designada responsable deberá llevar a cabo entre otras las siguientes actividades:

- La toma de decisiones constructivas, técnicas y de organización con el objetivo de planificar las sucesivas fases de trabajo del proyecto.
- Coordinar las actividades de trabajo para que las diferentes empresas participantes u trabajadores autónomos apliquen de manera responsable las prescripciones técnicas y de seguridad necesarias para llevar a cabo las instalaciones. Garantizar el cumplimiento de las especificaciones detalladas en el proyecto.

- Adoptar las medidas oportunas para permitir el paso únicamente a personal cualificado a las obras.
- Delimitación y acondicionamiento de zonas de almacenamiento y depósito para los distintos tipos de materiales constructivos.
- La adaptación en función de la evolución de la obra del período de tiempo efectivo a dedicar en cada fase del proyecto, para la finalización del mismo en las fechas pactadas.

### 3.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

#### 3.3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES.

Los materiales que se emplearán para la construcción del centro de transformación cumplirán con las especificaciones técnicas requeridas por la compañía suministradora, las normas tanto nacionales (UNE) como internacionales (IEC), ya sean equipos que formarán parte de la compañía (centro de seccionamiento) o de la instalación de cliente.

#### Obra civil.

La envolvente empleada para la ejecución de la instalación del centro de transformación cumplirá con las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14 [20], Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas.

En el centro de transformación, tanto el equipamiento perteneciente a la Empresa Suministradora (centro de seccionamiento) como el perteneciente a cliente (centro de cliente), serán instalados en una estancia construida íntegramente para este fin. El centro de transformación estará ubicado en el local llamado “estancia de acometida”. Tal y como marca la normativa, al tratarse de un centro de tipo interior en el que toda la paramenta estará alojada en la misma envolvente, se instalarán las oportunas rejillas y puertas metálicas. El paso de personal ajeno a IBERDROLA al centro de compañía y viceversa al centro de cliente estará totalmente prohibido.

El local del centro de transformación pertenece a la planta baja del centro polideportivo. La estancia seleccionada estará en línea con la vía pública para facilitar el tendido de las canalizaciones subterráneas, entrada de bomberos al local en caso de emergencia y tendido de los conductores de la línea de distribución de acometida al centro.

Para evitar agresiones al equipamiento de Alta Tensión de cualquier tipo, el local no dispondrá de tuberías de conducción de agua, vapor, gas o telefonía. De esta forma se evitará que ante cualquier fallo de dichas tuberías, las propiedades mecánicas, dinámicas o térmicas de los equipos puedan reducirse o verse afectadas.

Los elementos delimitadores como muros, rejillas de separación, la solera del local o elementos estructurales de la edificación que puedan quedar expuestos en la estancia, tendrán una resistencia al fuego suficiente. Los materiales de revestimiento, pinturas, esmaltes, etc. serán de clase MO cumpliendo la norma UNE 23-727. La superficie del local será como mínimo de 20,30 m<sup>2</sup> y la altura útil hasta el techo de 2,6 m. Este valor mínimo será ampliamente superado, pues la superficie total del local será de 84,19 m<sup>2</sup> y una altura máxima útil de 2,8 m

#### Celdas de Alta Tensión.

Las celdas prefabricadas que se instalarán en el centro de transformación cumplirán con las especificaciones técnicas siguientes:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según UNE-EN 60529 [22].
  - Cuba: grado de protección de IP X7 según UNE-EN 60529 [22].
  - Protección frente a impactos en:
    - cubiertas metálicas: Grado de protección mínimo de IK 08
    - cuba: Grado de protección mínimo IK 09.
  - Aislamiento y corte en gas HF<sub>6</sub> acorde a norma UNE-EN 62271.
  - Normativas propias de Empresa Suministradora.
  - Normas IEC.
- Centro de seccionamiento celda CGMCOSMOS-2LP:

La celda que se instalará en el centro de seccionamiento de compañía será compacta no extensible. Realizará las funciones de acometida de la línea de distribución de Alta Tensión, salida de la línea y seccionamiento, proporcionando continuidad al anillo de distribución al que pertenecerá la instalación.

La envolvente de la celda será metálica. La cuba donde irá encapsulado el gas aislante (Hexafluoruro de azufre) será de acero inoxidable. La cuba de este modelo de celda será un compartimento estanco que albergará el embarrado, los elementos de corte y de maniobra del centro de seccionamiento.

La cuba incorporará una membrana para el escape de los gases en caso de arco interno. Para la comprobación del nivel de presión de la celda, existirá en el panel

de control frontal un manómetro indicativo. Para facilitar la visualización y el control, la pantalla del manómetro estará dividida en tres franjas de colores; rojo (indicativo de sobrepresión), gris (funcionamiento anormal) y verde (zona de operación normal).

El compartimento de expulsión de los gases en caso de arco eléctrico estará situado en la parte inferior trasera de la celda, impidiendo daño alguno al resto de materiales de la instalación o personas presentes en el recinto.

En el interior de la cuba existirán tres compartimentos diferentes según su función de línea o protección.

Cada compartimento tendrá instalado en la parte frontal de la celda su correspondiente panel de control visible para los operarios del centro de transformación, visualizado en el apartado 5.1.2 del documento Memoria Descriptiva.

La conexión de conductores entre los diferentes compartimentos será realizada mediante pasatapas IEC de tipo atornillable, uno por cada fase. Estos pasatapas estarán fabricados de resina epoxi siendo de conexión tipo enchufable de hasta 400 A de corriente nominal.

El compartimento destinado a la protección y seccionamiento contendrá el interruptor-seccionador rotativo y los fusibles de protección.

Los fusibles de protección de tipo combinado estarán asociados al interruptor de disparo conforme a la norma IEC 62.271-105 [3]. El disparo de cualquiera de los fusibles será señalizado en el panel de control de la celda. En este caso será necesario y obligatorio sustituir los tres fusibles del compartimento. Será instalado un único fusible por cada fase.

El conjunto interruptor-fusibles cumplirá con el ensayo de calentamiento bajo condiciones nominales de funcionamiento según norma IEC 62.271-1[3].

#### Interruptor-seccionador y seccionadores de la celda.

El elemento de protección interruptor-seccionador será un único equipo con tres posiciones de funcionamiento; cerrado, seccionado y puesto a tierra. La celda de seccionamiento aparte de permitir la apertura de la posición de forma telemandada permitirá la apertura de forma manual a través del panel de control de la celda.

El interruptor de corte posibilitará el corte de suministro mediante la botonera del panel de control. Ante eventuales pérdidas del nivel de tensión, la celda estará

provista de una bobina de mínima tensión, que provocará el disparo del interruptor ante una bajada de la tensión auxiliar de más de un 30%.

- Centro de seccionamiento de cliente.

Las celdas que se instalarán en el centro perteneciente a cliente serán de tipo extensible. Estas celdas modulares permitirán la conexión entre ellas de forma sencilla.

Las envolventes a colocar en el centro de cliente serán de tres tipos diferentes:

- Una celda de remonte de cables CGMCOSMOS-RC para alimentación desde el centro de seccionamiento.
- Una celda CGMCOSMOS-M de medida de parámetros de potencia, tensión e intensidad.
- Una celda de protección general CGMCOSMOS-P que realizará las funciones de protección y corte de alimentación al transformador trifásico de la instalación.

Las celdas modulares CGMCOSMOS estarán formadas por una serie de compartimentos diferenciados e independientes. Deberán estar compuestas al menos de los siguientes compartimentos:

### Cuba de gas.

Tendrá las mismas características que las expuestas para la celda del centro de seccionamiento. La cuba estará fabricada de acero inoxidable y contendrá dos equipamientos interconectados. La cuba del modelo de celdas seleccionado permitirá una operación en servicio normal, durante un período de tiempo de 30 años sin necesidad de sustitución o recarga del elemento aislante. La presión de llenado será de 0,4 bares.

Por un lado contendrá la conexión de barras (embarrado) de cobre, para la unión de los pasatapas monofásicos desde el exterior de la celda hasta los elementos de corte en la cuba. Por otro lado llevará instalados los elementos de corte y conexión. Los elementos de corte será capaces de interrumpir como mínimo intensidades de pico de 40 kA.

Los fusibles en el caso de la celda de protección serán instalados de forma horizontal, y cumplirán con las características expuestas en el apartado 5.1.5 del documento Memoria Descriptiva en cuanto a tensión asignada.

- Compartimento de mecanismos de maniobra.

En este compartimento se realizará el control sobre el interruptor-seccionador o interruptor de vacío dependiendo del tipo de celda. En la tapa del compartimento se visualizará el esquema sinóptico del circuito de Alta Tensión.

Los sinópticos frontales de maniobra integrarán los dispositivos de señalización sometidos a ensayo de fiabilidad cinemática según IEC 62.271 [3].

- Compartimento Base.

Estará constituido por el compartimento de salida de gases y el compartimento de conductores.

El compartimento de salida de gases como se ha detallado para la celda del centro de seccionamiento permitirá mediante membrana la expulsión de gas en caso de arco eléctrico.

El compartimento de conductores estará situado en la parte inferior delantera de la celda. Estará formado por 2 bornas por fase apantalladas, para la conexión de los conductores de acometida de la celda, bridas de sujeción de los conductores al compartimento base y las pletinas de puesta a tierra de la cuba.

Asimismo el compartimento de cables alojará los pasatapas epoxi para conexión de las celdas enchufables de hasta 400 A de intensidad nominal. Los conductores serán ensamblados a dichos pasatapas, siendo capaces de soportar una corriente de fallo mínima de 16 kA.

- Compartimento de control.

Alojará los relés de protección característicos de cada celda, junto a dispositivos de medida y control. Estará situado en la parte superior de la celda y será independiente de los compartimentos con elementos de Alta Tensión.

Transformador de potencia.

El transformador seleccionado para la instalación en el centro de cliente será reductor de tensión trifásico. Máquina eléctrica de aislamiento seco, de potencia nominal detallada en el apartado correspondiente de Memoria Descriptiva.

El transformador tendrá un índice horario Dyn11 e incluirá las conexiones en los arrollamientos del devanado primario necesarias para permitir en el futuro, la regulación de tensión ante variaciones de carga en la instalación o petición de la compañía suministradora.

La máquina eléctrica dispondrá de neutro accesible en el secundario y la refrigeración será natural. Con el objetivo de mejorar la ventilación del equipo, éste será instalado lo más cercano posible del muro provisto de las rejillas de ventilación, dimensionadas en el apartado 1.5 de Cálculos Justificativos. Estará localizado en la zona de flujo del aire, de modo que la entrada de aire sea direccionada desde la zona inferior de la pared adyacente a la máquina, hasta la salida en la zona superior del muro (rejillas de ventilación).

#### Conductores de conexión de Alta Tensión.

Los conductores que formarán los puentes de conexión entre la celda de Alta Tensión y el transformador serán conductores unipolares de aluminio tipo DHZ1.

El aislamiento del conductor estará constituido por dieléctrico seco extruido, mediante un proceso de triple extrusión en un único cabezal. La cubierta será termoplástica libre de halógenos (poliolefina).

#### Terminales de conexión en Alta Tensión

La conexión terminal de la celda de Alta Tensión al transformador será realizada a través de bornas enchufables de tipo cono difusor, de 24 kV de tensión asignada preparadas para conductores de 50 mm<sup>2</sup>.

El aislamiento del cable de conexión tras el empalme con el cono terminal, será realizado de forma que quede totalmente protegido y cubierto. El terminal metálico será emplazado mediante apriete mecánico.

Las terminales de conexión serán fácilmente accesibles a los operarios, permitiendo realizar maniobras de mantenimiento. En todo momento la visibilidad sobre las zonas de trabajo quedará asegurada.

#### Conductores de conexión de Baja Tensión.

Los conductores que conectarán el devanado secundario del transformador con el cuadro general de Baja Tensión, serán cables de tipo RV, de tensión asignada 0,6/1 kV y material conductor aluminio, de sección 240 mm<sup>2</sup>. El número de conductores será de uno por fase y neutro.

#### Terminales de conexión en Baja Tensión.

Los terminales de conexión con el cuadro de Baja Tensión serán de tipo monometálicos e instalados por apriete mecánico. Las paredes interiores del manguito del terminal estarán impregnadas de grasa neutra, con una temperatura de goteo superior a 150 C° (temperatura creación de grasa líquida).



### Carpintería.

La carpintería englobará a los equipamientos relativos a rejillas de ventilación, mallas metálicas y puertas metálicas, que se instalarán en el centro para refrigeración, separación del local de seccionamiento y particular. Servirán para la creación de distancias de seguridad como medida de protección personal del centro. Los materiales serán metálicos y galvanizados en caliente.

### Medida de energía.

Los equipos de medida se integrarán en una única envolvente que constituirá la celda de medida detallada en el apartado 5.1.2 del documento Memoria Descriptiva.

La celda contendrá los transformadores de tensión e intensidad. Incorporará tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad, uno por cada fase. Las características eléctricas de funcionamiento serán las expuestas en el punto 5.16 de la Memoria Descriptiva. Cumplirán con las especificaciones en cuanto a tensión asignada, relaciones de transformación, potencia de medida y precisión marcadas en las Instrucciones Técnicas Complementarias del Real Decreto 1110/2007.

Los transformadores serán de aislamiento seco y su fabricación habrá sido realizada siguiendo las prescripciones de las normas UNE-EN 60.044-1 y UNE-EN 60.044-2 [23].

Estarán provistos de un tornillo para la puesta a tierra de la placa soporte, con tornillería de acero inoxidable. La línea de fuga será de clase III según norma IEC 60.815 [24].

## **3.3.2 EJECUCIÓN Y RECEPCIÓN TÉCNICA EN LAS INSTALACIONES.**

La ejecución de la instalación del centro de transformación será llevada a cabo por personal instalador cualificado y autorizado. La supervisión del desarrollo en los trabajos será llevada a cabo por el técnico autor del proyecto.

La garantía de la ejecución de las instalaciones será exigida según el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas [25] en su artículo 11, mediante un documento de acreditación de conformidad de la Empresa Suministradora tras la finalización de los trabajos. Una vez creado el documento la compañía procederá a conectar la instalación a la red de distribución.

Los puntos de revisión de las ejecuciones de los trabajos y recepciones técnicas de los equipamientos se segregarán en tres bloques diferenciados:

- Revisión de los equipos de medida.
  - Se comprobará que los equipos de medida (contadores o registradores) cumplen con las especificaciones técnicas según la Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de Puntos de Medida.
  - El fabricante acreditará los protocolos de ensayos de los transformadores de medida según las prescripciones de fabricación de las normas UNE-EN 60.044-1 y UNE-EN 60.044-2 [23].
  - Las placas de características de cada una de las celdas deberán ser fácilmente accesibles y visibles.
  - La sección de los conductores de conexión entre transformadores y contadores de tensión no será inferior a  $6 \text{ mm}^2$ . De esta forma se asegurará que la caída de tensión no sea superior a un uno por mil y la carga máxima de los conductores no sobrepase los 4 VA.
  - Los contadores deberán estar correctamente precintados e instalados en el interior de las celdas.
  - Cualquier tipo de consumo incluyendo consumos auxiliares para uso de cliente serán objeto de medición en el centro.
- Revisión de la instalación.

La revisión de la instalación del centro de transformación abarcará como mínimo:

- Proceso de ensayos de aparamenta de Alta Tensión y del transformador de potencia según el MIE-RAT 02 [26].
- Los enclavamientos que puedan aparecer en los planos técnicos del proyecto respecto a maniobras con interruptores, seccionadores y seccionadores de puesta a tierra, serán comprobados y corroborados con los esquemas unifilares realizados para el diseño de la instalación.
- En el centro de seccionamiento de compañía se realizará la comprobación insitu de la separación mediante puerta de rejilla con cerradura, del centro de cliente por parte de un técnico de la Empresa Suministradora. Se asegurará inaccesibilidad al cliente.

- La Empresa Suministradora comprobará la existencia del oportuno enclavamiento en el cuadro del grupo electrógeno de la instalación, como medida de garantía ante la posible existencia de tensiones de retorno hacia el centro de transformación.
- Revisión del proyecto de diseño.

Los documentos que forman parte del proyecto de diseño también serán objeto de revisión y análisis en los siguientes puntos:

- Los esquemas unifilares que sean incluidos en el presente proyecto, serán compulsados por la Empresa Suministradora como medida de verificación del correcto diseño unifilar del centro, tanto de seccionamiento como de cliente.
- Los elementos de maniobra y protección certificarán las características técnicas descritas en la Memoria Descriptiva del presente documento, y cumplirán con las especificaciones técnicas de la normativa de compañía.
- En los Cálculos Justificativos aparecerán los resultados del análisis de las tensiones de paso y de las tensiones de contacto, que deberán cumplir con lo especificado en el MIE-RAT 13 [27].
- Se analizará la descripción de los elementos de separación entre el centro de seccionamiento y el centro de cliente.
- Los seis transformadores de medida serán ubicados en una celda dedicada sólo este fin, siendo la misma precintable y debiendo contar con el visto bueno de IBERDROLA.

### 3.3.3 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

La estancia en la que se realizará la instalación del centro de transformación estará permanentemente cerrada para evitar la entrada de personal ajeno a las instalaciones de Alta Tensión.

La estancia estará libre de inmuebles u objetos ajenos a la aparamenta de Alta Tensión, que no sean necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos. Únicamente estará permitida la existencia de una banqueta aislante para maniobras eléctricas, junto a guantes de goma aislantes para la correcta ejecución de las maniobras. Existirá una placa con las instrucciones necesarias para la realización de

primeros auxilios ante un accidente. Deberá estar instalada en un lugar que permita su visualización sin ningún tipo de limitación.

Previo puesta en marcha de la instalación, se realizará una puesta en servicio en vacío de los equipos para la comprobación del correcto funcionamiento. Entre las comprobaciones que se realizarán, están la prueba de la resistencia de los aislamientos y la medida de la resistencia del sistema de puesta a tierra de la instalación.

Se dispondrá de las placas de señalización necesarias para las maniobras eléctricas, especialmente aquellas señales destinadas al marcaje de bloqueo de seccionadores u activación de la conexión de seccionadores a puesta a tierra. También será conveniente la instalación de señales de aviso de muerte por electrocución u peligro debido al alto voltaje.

El enclavamiento del seccionador de puesta a tierra con el compartimento de acceso a las celdas de Alta Tensión, será tal que los operarios no puedan tener acceso a ellas si no están puestas a tierra.

La puesta en servicio de la instalación será llevada a cabo por personal autorizado y cualificado. Comenzará con el cierre de los seccionadores e interruptores del lado de Alta Tensión del centro de cliente, previa conexión con Empresa Suministradora. Tras ello se procederá a la conexión de la instalación de Baja Tensión comprobando que no se produzca la apertura de interruptores u disparo de fusibles limitadores.

Para proceder a la separación de servicio de la instalación, se llevarán a cabo las actividades descritas en el apartado anterior, en sentido inverso. La separación del servicio finalizará con la conexión del seccionador de puesta a tierra y su correspondiente bloqueo.

Las actividades de mantenimiento que se realicen en el centro de transformación tendrán en cuenta los principios de las cinco reglas de oro para apertura, puesta a tierra, enclavamiento, comprobación de tensión y señalización. El riesgo eléctrico o físico que pueda producirse por contacto eléctrico en Baja o Alta Tensión, arcos eléctricos u daños por elementos candentes, quedará minimizado.

Para ello será obligado el uso de la banqueta y guantes aislantes así como de los oportunos detectores de tensión.

### 3.3.4 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Los documentos necesarios para la tramitación de la obra del centro de transformación ante la administración pública y que serán cedidos al órgano competente son:

- Contrato de mantenimiento de las instalaciones tras la finalización de las obras.
- Documento técnico del proyecto firmado por el proyectista competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto homologado por una empresa autorizada.
- Autorización administrativa de la obra.
- Certificado de finalización de obra.
- Documento de conformidad de la Empresa Suministradora.

Junto a la documentación acreditativa del proyecto, existirá un libro de órdenes que mostrará el histórico de actuaciones y maniobras realizadas en el centro de transformación. En él quedarán plasmadas incidencias, visitas y revisiones realizadas.

## 3.4 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

### 3.4.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN.

#### Cuadro de distribución principal de Baja Tensión.

El cuadro principal de distribución será de envolvente metálica. La envolvente seleccionada estará conformada por chapa de acero. El material que conformará el armario habrá sido sometido a un tratamiento de cataforesis aplicada con polvo de epoxi de poliéster, para mejorar la protección frente a la corrosión.

El sistema funcional cumplirá con las condiciones exigidas en la en las normas IEC 60.439 y UNE 60.439. Garantizará un aislamiento mínimo para el juego de barras instalada en el fondo del armario de 1.000 V. La corriente nominal de funcionamiento del sistema a una temperatura no menor de 40 C°, será de hasta 630 A, a una frecuencia nominal de 50/60 Hz y una intensidad de cresta (corriente máxima de choque) de 53 kA.

El cuadro tendrá un grado de protección IP 43, con una puerta con cerramiento en su parte frontal y junta de sellado, garantizando la estanqueidad del armario.

El juego de barras previsto para el reparto de corrientes será de cobre 1.400 mm de longitud y permitirá la conexión de equipos de protección a ambos lados de las barras escalonadas, permitiendo asociar dos envolventes.

La llegada de los conductores será por la parte inferior del cuadro, en el pasillo de instalación del juego de barras de distribución. La anchura de la acometida de los cables al cuadro no será menor a 300 mm.

La circulación del cableado será realizada mediante canaletas de protección. La conexión de las salidas de las mismas estará formada de borneros en disposición vertical y horizontal. Incorporarán un cubrebornes.

Tendrá atornillado un colector de tierra en el pasillo junto a las barras de distribución. Estará formado por una barra de tierra de cobre de 12 x 3 mm<sup>2</sup> de longitud al que se conectarán los terminales de la envolvente y del resto de equipamiento.

#### Cuadros de distribución secundarios y secundarios-secundarios.

Los cuadros de distribución en el interior del centro serán envolventes de material termoestable. Garantizarán una protección de aislamiento de nivel II. Debido a ello no será necesaria la conexión de la envolvente o puerta del cuadro al borne de tierra.

Estarán preparados para temperaturas de funcionamiento en condiciones nominales de entre -25 °C a 40 °C. Los cuadros serán instalados a una altura mínima recomendable de 160 cm y en caso de estar instalados cerca de una vía de paso como una puerta, estarán separados de ella al menos 10 cm.

Permitirán la instalación de aparamenta modular en montaje sobre carril Din. La conexión de los equipos de protección se realizará mediante los borneros que integrará el cuadro. Estos borneros permitirán las conexiones de los conductores mediante tornillo o resorte y tendrán una tensión asignada de 800 V.

La acometida a los cuadros será realizada en la parte superior de la envolvente. La parte frontal de los cuadros estará formada por una puerta transparente para permitir la lectura e identificación de equipos de protección, con cerradura. Los cuadros serán instalados en superficie sobre la pared.

### 3.4.2 CONDUCTORES E INSTALACIÓN.

#### Conductores y montaje sobre bandejas de rejilla.

Los conductores que pertenecen a los circuitos de alimentación a cuadros secundarios y cuadros secundarios-secundarios serán instalados sobre bandejas de rejillas con acabado galvanizado en caliente.

El trazado de los elementos de soporte será realizado siguiendo líneas verticales y horizontales paralelas a las aristas de las paredes de los locales por los que discurran. Las bandejas serán instaladas de forma suspendida en el falso techo mediante soportes metálicos de acero inoxidable.

Tanto las bandejas metálicas como los soportes podrán estar sometidos a diferencias de potencial peligrosas, por ello se conectarán a la red de tierra como medida de protección. El conductor de protección no será inferior a una sección de  $16 \text{ mm}^2$ .

Las grapas de sujeción de las bandejas estarán instaladas en sucesivos tramos de 2 metros de longitud. En aquellos tramos donde exista la necesidad de un cierto cambio de nivel o cambio de sentido, se instalarán los siguientes elementos:

- Curvas metálicas para cambio de sentido de hasta  $90^\circ$  de acero inoxidable afianzadas a las bandejas mediante tornillería.
- En aquellos puntos donde se realicen direccionamiento de circuitos se instalarán derivaciones en forma de T, también metálicas de acero inoxidable, permitiendo bifurcaciones.

Los conductores de Polietileno Reticulado de aislamiento 1.000 V serán instalados sobre las bandejas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones para su radio de curvatura:

- 4 veces el  $\varnothing_{EXTERIOR}$  cuando el diámetro sea menor de 25 mm.
- 5 veces el  $\varnothing_{EXTERIOR}$  cuando el diámetro sea superior a 25 mm e inferior a 50 mm.
- 6 veces el  $\varnothing_{EXTERIOR}$  cuando el diámetro sea superior a 50 mm.
- 10 veces el  $\varnothing_{EXTERIOR}$  cuando el conductor sea armado.

#### Conductores y montaje empotrado bajo tubo.

Los conductores de aislamiento de mezcla reticulada de poliolefina de tensión asignada 750/450 V que conformarán los circuitos interiores serán instalados mediante un sistema de tubos curvables.

Serán tubos compuestos de una capa única de material aislante polipropileno, que permitirán su curvatura manual.

El trazado y montaje de los tubos será realizado siguiendo el recorrido de forma paralela, a los muros de cada estancia. Las curvas se practicarán de forma continua sin originar reducción del espacio interno de los conductores.

La instalación de los tubos deberá de ser tal que permita la fácil introducción y retirada de los conductores, disponiendo para ello de cajas de derivación no separadas entre sí más de 15 m.

Las uniones entre los tubos podrán ser realizadas mediante empalmes de conexión y opcionalmente podrán ser recubiertos con cola especial para crear una unión estanca.

Los circuitos que alimentan a la maquinaria y alumbrado de las piscinas también irán enterrados bajo tubo, El tubo será corrugado e instalado bajo recubrimiento de hormigón con una resistencia no inferior a 250 N.

### 3.4.3 PROTECCIONES.

#### Protecciones de líneas a cuadros.

Los equipos que se emplearán para la protección de las líneas a cuadros secundarios serán protecciones de tipo caja moldeada. Protecciones preparadas para el seccionamiento, quedando señalizado mediante la posición O (off) del panel de control.

El seccionamiento de las protecciones, certificará la ausencia de corrientes de fuga, la fiabilidad mecánica del sistema de señalización y la capacidad de resistencia frente a sobretensiones.

Serán instalados sobre tablero eléctrico tal y como se ha detallado en el apartado del cuadro general de Baja Tensión. Todos los aparatos de la familia NSX que se instalarán serán protecciones de clase II, con mando rotativo.



### Protecciones a circuitos interiores.

Las protecciones que se instalarán en los cuadros secundarios y secundarios-secundarios serán protecciones de tipo modular. Las protecciones podrán gestionar el seccionamiento del circuito al que protejan.

La tensión de empleo será de 400/230 V. Las conexiones a los borneros serán realizadas mediante conectores de hasta 16 mm<sup>2</sup> de sección para calibres menores a 25 A y conectores de 25 mm<sup>2</sup> de sección para calibres de interruptores de entre 32 y 63 A.

Tendrán una tensión de aislamiento de 500 V y estarán preparados para hacer frente a tensiones de impacto de 6 kV.

### Protecciones diferenciales.

Se instalarán dos tipos de protecciones diferenciales. En los circuitos interiores se instalarán interruptores diferenciales de tipo modular. Estos interruptores serán de clase AC protegidos contra disparos intempestivos hasta 250 A según onda de 8/20 ms.

El disparo será instantáneo con la actuación de un indicador mecánico rojo de defecto diferencial. La tensión de empleo será de 230 V. Al igual que los interruptores magnetotérmicos de tipo modular serán instalados en el cuadro en carril Din.

La sensibilidad mínima de los diferenciales será de 30 mA. Al realizar función distinta de protección frente a cortocircuito y sobrecarga estarán instalados detrás de los interruptores magnetotérmicos (aguas abajo). El calibre de los diferenciales será como mínimo igual o superior al interruptor automático que le precede.

La protección diferencial de acompañamiento para protección en el caso de las líneas a cuadros estará realizada mediante bloques diferenciales adaptables. Estarán conectados a los bornes del interruptor automático de caja moldeada correspondiente.

Serán diferenciales de cuatro polos, con sensibilidad tipo A, inmunes frente a componentes continuas de corriente de hasta 6 mA. Estarán alimentados por la red que protegen.

La parte frontal del bloque estará debidamente señalizada para realizar las actividades de regulación de la sensibilidad y tiempo de disparo ante fallo. La tensión nominal de funcionamiento será de 400 V. Permitirán regulación de la sensibilidad en un intervalo de entre 0,03 y 10 A, y una temporización en intervalo de 0 a 310 milisegundos.

#### 3.4.4 GRUPO ELECTRÓGENO.

La instalación contará con un grupo electrógeno de alimentación auxiliar en caso de pérdida de suministro en la instalación. El arranque del grupo electrógeno deberá ser automático, de tal forma que ante el fallo de suministro mediante la actuación del correspondiente cuadro de conmutación, se inyecte energía eléctrica al sistema inmediatamente.

El grupo electrógeno estará formado por los siguientes elementos:

##### Bancada.

El motor diesel, el alternador y el cuadro de control serán instalados sobre una bancada de acero formando una unidad compacta.

##### Cuadro de conmutación.

El cuadro de conmutación del grupo será un armario de envolvente metálica que contendrá dos contactores tetrapolares de tensión de funcionamiento de 400 V. Ambos contactores funcionarán mediante un enclavamiento eléctrico y mecánico ante la puesta en marcha del grupo.

Incorporará los automáticos y diferenciales de protección de la línea de alimentación a los grupos auxiliares (resistencia calefactora y cargador de baterías).

##### Ventilación.

La ventilación del grupo electrógeno será llevada a cabo mediante un ventilador, con el objetivo de abastecer las necesidades de aire y refrigeración del motor:

- Aire para la evacuación del calor irradiado por el motor.
- Aire para la evacuación de gases de escape.

El descargo de los gases de escape hacia el exterior de la estancia será realizado mediante tubos de escape metálicos. Debido a las altas temperaturas de escape de los gases, las tuberías serán flexibles para compensar dilataciones. Además estarán aislados por seguridad.

- Aire para la combustión.

El aire para la combustión del motor será tomado de la propia estancia donde se instalará en grupo electrógeno. La canalización del aire hacia el exterior será realizada mediante una tolva metálica que llevará incorporada un elemento silenciador. La entrada de aire tendrá una superficie mínima de 0,3 m<sup>2</sup>.

#### Motor.

El motor del grupo no será inferior a un motor trifásico diesel con cuatro cilindros de cuatro tiempos. Tendrá un sistema de inyección de combustible directo. El motor estará refrigerado mediante aceite lubricante con capacidad para 11 litros. Existirá circuito turbocompresor para mejorar la sobrealimentación mecánica del conjunto.

El motor incorporará un volante de inercia para el control de las posibles oscilaciones durante el período de funcionamiento. De esta forma se amortiguarán esfuerzos mecánicos en las conexiones con el alternador.

#### Alternador.

El alternador será trifásico de 4 polos, con conexión eléctrica en estrella. Los devanados del alternador estarán protegidos con aislamiento clase H con incrementos de temperatura de hasta  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Las conexiones de los bornes de excitación del alternador, anillos rozantes, conjunto puente de diodos de rectificación, etc., estarán debidamente alojados en un bloque terminal. Este bloque terminal será accesible a efectos de mantenimiento y sustitución de materiales.

### 3.4.5 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

#### Tendido.

El tendido de los conductores que formarán la parte del sistema de puesta a tierra enterrado será instalado sin cambios excesivos de dirección y adaptando el trazado del mismo para que la longitud sea la mínima posible.

Los conductores serán enterrados a una profundidad mayor a 50 centímetros en el fondo de las zapatas del edificio. La conexión de las picas en el caso de instalarse se realizará mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Estará terminantemente prohibido intercalar cualquier tipo de elemento de corte en el conductor de tierra.

#### Arqueta de conexionado.

Para la conexión del conductor de tierra a los conductores equipotenciales y de protección de la instalación se instalará una arqueta de registro en la bajante del edificio de material polipropileno.

En su parte superior tendrá una trampilla de apertura que dejará al descubierto el bornero de conexión para realizar las oportunas comprobaciones del sistema de tierra.

#### Revisión de la toma de tierra.

Será necesario efectuar la comprobación de la red de tierras al menos anualmente en la época en la que el terreno esté más seco. Tendrá que ser llevado a cabo por personal cualificado. Se medirá la resistencia del sistema y en caso de detectar aumento de la misma, se procederá a subsanarlo.

#### Pararrayos.

La protección frente a descargas atmosféricas será realizada mediante la instalación de un pararrayos con poder de cebado. El dispositivo se instalará a dos metros sobre la superficie de la última estructura a proteger.

La continuidad eléctrica entre la varilla que conforma el pararrayos y el conductor bajante será realizada mediante una pieza de adaptación metálica de 36,5 milímetros de diámetro. A ésta pieza se conectará el conductor de cobre de bajada hacia la arqueta de tierra del edificio. El conductor será tendido por la fachada evitando curvaturas superiores a los 45° para evitar obstáculos de la propia construcción.

El recorrido evitará conducciones eléctricas, gas o agua. Se instalarán fijaciones cada 3 metros de longitud evitando un radio de curvatura en la bajada superior a 20 centímetros.

#### 3.4.6 PRUEBAS.

La comprobación y puesta en marcha de la instalación será realizada en base a las siguientes pruebas:

- Pruebas sin tensión.
  - Se llevarán a cabo la medida del aislamiento de la instalación eléctrica. Los componentes deberán tener una resistencia de aislamiento expresada en ohmios no inferior a  $1000 \cdot U$  siendo  $U$  la tensión máxima de servicios expresada en V.
  - Medida de la resistencia de puesta a tierra de los electrodos.

- Medida de la rigidez dieléctrica.
  - Comprobación del correcto funcionamiento de las protecciones diferenciales.
  - Regulación y tarado de los relés, interruptores automático e interruptores diferenciales de la instalación.
- Pruebas con tensión.
- Medida y verificación del equilibrado de cargas.
  - Control y verificación del encendido de los aparatos autónomos de emergencia.
  - Control del encendido de lámparas, nivel de tensión en tomas de corriente.
  - Comprobación del sentido de giro de los motores en la instalación.

#### 3.4.7 MECANISMOS.

Los mecanismos de cada estancia agruparán a interruptores, conmutadores, tomas de corriente u cuadros de mando. Su instalación será tal que permita una correcta activación por parte de las personas que se encuentren en la estancia.

Las bases de tomas de corriente para estancias de uso variado se instalarán a una altura mínima de 30 centímetros sobre el nivel del suelo. Las tomas de corriente de la cafetería serán instaladas a una altura mínima de 50 centímetros sobre el nivel del suelo y separadas en la medida de lo posible de pilas de agua (60cm). Las bases a utilizar en ambientes húmedos o influencia negativa que puedan originar arcos eléctricos serán tomas tipo protegidas, permitiendo la desconexión de la toma si la clavija del equipo no está totalmente insertada.

Los interruptores o pulsadores se colocarán a una altura aconsejable de 90 centímetros sobre el nivel del suelo. En el caso de mandos de termostatos serán alojados en pared a una altura de 150 centímetros.

Las cajas de registro serán instaladas a una altura de 35 centímetros del techo, para circuitos de alumbrado.

#### 3.4.8 ALUMBRADO.

El alumbrado que conformará el sistema de iluminación del recinto englobará los diferentes tipos de luminarias, siendo las mismas de tipo empotrado, proyector, adosado y estanco.

Las luminarias de montaje adosado incorporarán los elementos necesarios para su correcto funcionamiento que tendrán que ser suministrados por el fabricante en las condiciones necesarias. El conductor de PVC de conexión de la luminaria tendrá como máximo un diámetro de 13 milímetros.

Las conexiones en el interior de las luminarias de la reactancia de actuación serán de tal forma que los conductores se introduzcan 10 milímetros en los bornes de conexión interno del aparato. La luminaria será cerrada correctamente conforme a instrucciones del fabricante.

En el caso de equipos empotrados se tomarán las consideraciones del párrafo anterior con la precaución de instalar las luminarias, de forma que se cumpla la separación mínima entre el cuerpo de la luminaria y la pared para el paso de aire, con el objetivo de refrigerar los elementos actuadores. Estos elementos estarán equipados en la zona superior de la luminaria.

En las estancias con predominancia de ambiente húmedo, se instalarán luminarias estancas con capacidad de repeler cualquier intrusión de gotas de agua o el propio efecto de la humedad. No existirá espacio de refrigeración entre pared y la parte frontal de la luminaria, pero sí una distancia de al menos 50 milímetros entre los laterales de la lámpara y la pared más próxima.

#### 3.4.9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

El alumbrado de emergencia incluirá todos los aparatos de iluminación necesarios para el correcto alumbrado en caso de fallo de la iluminación general del edificio.

Los aparatos que se instalarán tendrán una autonomía no inferior a 1 hora y estarán compuestos por luminaria, batería y equipo de rectificación (autónomos).

La conexión será realizada a la red del alumbrado normal o misma fase que parta de un elemento de protección general (automático). En dependencias el número de equipos de emergencia sea elevado, el alumbrado de emergencia se conectará a la red de alumbrado normal de la estancia de forma que el número de luminarias quede repartido entre las tres fases.



## 4. PRESUPUESTO

## 1 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

UD.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b><u>1.1 Centro de seccionamiento.</u></b>		
<b>1</b> Edificio de Transformación: local acondicionado  Acondicionamiento de un edificio ya existente o fabricado en obra civil, para albergar la apartamenta, transformadores y demás elementos en las condiciones especificadas en Características de los Materiales.	<b>3.818,00 €</b>	<b>3.818,00 €</b>
<b>1</b> Equipo de Protección y Control: ekorUCT - Unidad Compacta de Telemando  ekorSTP, que incluye ekorCCP, la batería y el cajón de control descritos en la memoria que incluyen el programa de control, el conexionado y las pruebas de funcionamiento.	<b>8.500,00 €</b>	<b>8.500,00 €</b>
<b>1</b> E/S2,E/S3,PT1: CGMCOSMOS-2LP  Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un = 24 kV</li> <li>• In = 400 A</li> <li>• Icc = 16 kA / 40 kA</li> <li>• Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>• Mecanismo de Maniobra 1: motorizado BM</li> <li>• Mecanismo de Maniobra 2: motorizado BM</li> <li>• Mecanismo de Maniobra (Prot. Fusibles): manual tipo BR</li> </ul>		
Se incluyen el montaje y conexión.	<b>10.500,00 €</b>	<b>10.500,00 €</b>
<b><u>1.2 Centro de cliente.</u></b>		
<b>1</b> Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-RC  Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un = 24 kV</li> <li>• Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm.</li> <li>• Se incluyen el montaje y conexión.</li> </ul>	<b>1.350,00 €</b>	<b>1.350,00 €</b>



<p>2      Protección General: CGMCOSMOS-P</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•      <math>U_n = 24 \text{ kV}</math></li> <li>•      <math>I_n = 400 \text{ A}</math></li> <li>•      <math>I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}</math></li> <li>•      Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm</li> <li>•      Mando (fusibles): manual tipo BR</li> </ul> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	<p><b>7.000,00 €      7.000,00 €</b></p>
<p>1      Medida: CGMCOSMOS-M</p> <p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•      <math>U_n = 24 \text{ kV}</math></li> <li>•      Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm</li> </ul> <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	<p><b>6.150,00 €      6.150,00 €</b></p>
<p>1      Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida</p> <p>Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.</p>	<p><b>2.831,00 €      2.831,00 €</b></p>
<p><b><u>1.3 Sistema de puesta a tierra.</u></b></p> <p>1      Tierras Exteriores Prot. Transformación: Picas alineadas.</p> <p>Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexiada, empleando conductor de cobre desnudo.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•      Geometría: Picas alineadas</li> <li>•      Profundidad: 0,8 m</li> <li>•      Número de picas: ocho.</li> <li>•      Longitud de picas: 2 metros</li> <li>•      Distancia entre picas: 3 metros</li> </ul>	<p><b>630,00 €      630,00 €</b></p>

1	<p>Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas</p> <p>Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría: Picas alineadas</li> <li>• Profundidad: 0,5 m</li> <li>• Número de picas: seis</li> <li>• Longitud de picas: 2 metros</li> <li>• Distancia entre picas: 3 metros</li> </ul>	630,00 €	630,00 €
<b>- Instalaciones de Tierras Interiores</b>			
1	<p>Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras</p> <p>Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentado de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.</p>	925,00 €	925,00 €
1	<p>Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras</p> <p>Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.</p>	925,00 €	925,00 €
<b><u>1.4 Equipo de potencia.</u></b>			
1	<p><b>Transformador 1: Transformador 24kV</b></p> <p>Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 160 kVA y aislamiento seco, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 6% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%.</p> <p>Se incluye también una protección con Relé DGPT2</p>	8.900,00 €	8.900,00 €

1 Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

283,00 €

283,00 €

**- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación**

## 1 Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes de amianto
- Una palanca de accionamiento

325,00 €

325,00 €

**TOTAL****52.767€**

## 2 PRESUPUESTO BAJA Tensión

UD.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b><u>2.1 Presupuesto de cuadros.</u></b>		
1 CS.P.1		
Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas + PRAGAMA 13 2 filas. (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales conectados mm. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva eléctrica 32%.	2.844,51 €	2.844,51 €

<b>1</b>	<b>CS.P.2</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados mm. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 32%.	<b>2.108,4 €</b>	<b>2.108,4 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.P.3</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 4 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 32 %.	<b>2.060,43 €</b>	<b>2.060,43 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.P.4</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 53 %.	<b>979,89 €</b>	<b>979,89 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.P.5</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 24 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 33 %.	<b>1.877,54 €</b>	<b>1.877,54 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.P.6</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 18 de 4 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 36 %.	<b>2.717,9 €</b>	<b>2.717,9 €</b>



<b>1</b>	<b>CS.P.7</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 41 %.	<b>1.228,45 €</b>	<b>1.228,45 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.P.8</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 24 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 43 %.	<b>1.700,81 €</b>	<b>1.700,81 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.P.9</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 41 %.	<b>1.261,92 €</b>	<b>1.261,92 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.P.10</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 41 %.	<b>1.151,9 €</b>	<b>1.151,9 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.P.11</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas con PRAGMA 13 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 38 %.	<b>2.671,90 €</b>	<b>2.671,90 €</b>



<b>1</b>	<b>CS.P.12</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 1 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 38 %.	<b>602,47 €</b>	<b>602,47 €</b>
<b>1</b>	<b>CSS.P.1</b>	Cuadro secundario-secundario envolvente aislante PRAGMA 24 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 33 %.	<b>2.318,93 €</b>	<b>2.318,93 €</b>
<b>1</b>	<b>CSS.P.2</b>	Cuadro secundario-secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie) con PRAGMA 13 de 2 filas, con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y cubrebornes de 36 mm. Reserva del 36 %.	<b>2.407,69 €</b>	<b>2.407,69 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.1</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos, diferenciales y relé acompañamiento interruptor NSX total mente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y chasis de instalación NSX mando rotativo, Reserva del 48%.	<b>1.611,98 €</b>	<b>1.611,98 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.2</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos, diferenciales y relé acompañamiento interruptor NSX total mente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y chasis de instalación NSX mando rotativo, Reserva del 43 %.	<b>2.244,81 €</b>	<b>2.244,81 €</b>



<b>1</b>	<b>CS.NP.3</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 30 %.	<b>1.229,88 €</b>	<b>1.229,88 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.5</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 24 de 5 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 34 %.	<b>5.530,76 €</b>	<b>5.530,76 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.6</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 1 fila (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 48 %.	<b>383,29 €</b>	<b>383,29 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.7</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 24 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 43 %.	<b>1.739,39 €</b>	<b>1.739,39 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.8</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 24 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 50 %.	<b>3.286,37 €</b>	<b>3.286,37 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.9</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 53%.	<b>1.009,37 €</b>	<b>1.009,37 €</b>



<b>1</b>	<b>CS.NP.10</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas con PRAGMA 13 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 36 %.	<b>2.651,07 €</b>	<b>2.651,07 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.11</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 18 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 50 %.	<b>1.067,00 €</b>	<b>1.067,00 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.12</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 65 %.	<b>781,14 €</b>	<b>781,14 €</b>
<b>1</b>	<b>CS.NP.13</b>	Cuadro secundario envolvente aislante PRAGMA 24 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 43 %.	<b>2.091,53 €</b>	<b>2.091,53 €</b>
<b>1</b>	<b>CSS.NP.1</b>	Cuadro secundario-secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 65 %.	<b>781,14 €</b>	<b>781,14 €</b>



<p><b>1 CSS.NP.2</b></p> <p>Cuadro secundario-secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 3 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 53 %.</p>	<p><b>1.046,26 €      1.046,26 €</b></p>
<p><b>1 CSS.NP.3</b></p> <p>Cuadro secundario-secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 1 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 48 %.</p>	<p><b>359,24 €      359,24 €</b></p>
<p><b>1 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION</b></p> <p>Cuadro secundario-secundario envolvente aislante PRAGMA 13 de 2 filas (superficie), con grado de protección mínimo IP 30, interruptores automáticos y diferenciales totalmente conectados. Suministrado y montado conforme a esquema eléctrico que aparece en los planos. Incluye cableado exento de halógenos, bornes y reserva del 48 %.</p>	<p><b>68.536,3 €      68.536,3 €</b></p>
<p><b><u>2.2 Presupuesto de conductores.</u></b></p>	
<p><b>27 Cable RZ1-K (AS) 5x 2,5 mm<sup>2</sup> (3F+N+TT).</b></p> <p>Cable con conductor de cobre de 5x2,5 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 0,6/1 kV. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado. Cubierta verde.</p>	<p><b>6,27€      169,29 €</b></p>
<p><b>314 Cable RZ1-K (AS) 5x6 mm<sup>2</sup> (3F+N+TT).</b></p> <p>Cable con conductor de cobre de 5x6 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 0,6/1 kV. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado. Cubierta verde.</p>	<p><b>13,73€      4.311,22 €</b></p>



**315 Cable RZ1-K (AS) 5x10 mm<sup>2</sup> (3F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x10 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 0,6/1 kV. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado. Cubierta verde.

22,65€

7.134,75 €

**257 Cable RZ1-K (AS) 5x16 mm<sup>2</sup> (3F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x16 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 0,6/1 kV. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado. Cubierta verde.

35,63€

9.156,91 €

**184 Cable RZ1-K (AS) 5x25 mm<sup>2</sup> (3F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x25 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 0,6/1 kV. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado. Cubierta verde.

55,36€

10.186,24 €

**199 Cable RZ1-K (AS) 5x35 mm<sup>2</sup> (3F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x35 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 0,6/1 kV. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado. Cubierta verde.

77,97€

15.516,03 €

**10 Cable RZ1-K (AS) 5x50 mm<sup>2</sup> (3F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x50 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 0,6/1 kV. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. V. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado. Cubierta verde.

114€

1.140 €

Cable línea de bacteria de condensadores.

**52 Cable RZ1-K (AS) 5x95 mm<sup>2</sup> (3F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x50 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 0,6/1 kV. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado. Cubierta verde.

213,88€

11.121,76 €

**1636 Cable H07Z1-K (AS) 3x1,5 mm<sup>2</sup> (F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x1,5 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 450/750 V. Aislamiento poliolefina. Norma constructiva y de ensayos UNE 211002. Cumple con la norma UNE-EN 50267 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado.

0,9€

1.472,28 €

**3463 Cable H07Z1-K (AS) 3x2,5 mm<sup>2</sup> (F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x2,5 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 450/750 V. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado.

1,46 €

5.055,9 €

**2283 Cable H07Z1-K (AS) 3x4 mm<sup>2</sup> (F+N+TT).**

Cable con conductor de cobre de 5x4 mm<sup>2</sup> de sección de aislamiento 450/750 V. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Norma constructiva y de ensayos UNE 21123-4. Cumple con la norma UNE-EN 50207 libre de halógenos, norma UNE-EN 61034 libre de humos opacos y UNE-EN 50267 baja corrosividad. No propagador de la llama según norma UNE-EN 60332. Marca EXZHELLENT. Completamente instalado.

2,23€

5.091,1 €

**2.3Presupuesto de canalizaciones.****27 Bandeja de rejilla 105x600 mm**

Bandeja de rejilla metálica de soporte rejiband galvanizada en caliente de fabricante LEGRAND o similar, con las correspondientes uniones y montaje. UD

76,06 €

2053,62€



<b>76</b>	<b>Bandeja de rejilla 30x50 mm</b>		
	Bandeja de rejilla metálica de soporte rejiband galvanizada en caliente de fabricante LEGRAND o similar, con las correspondientes uniones y montaje. UD	<b>6,15 €</b>	<b>467,4€</b>
<b>50</b>	<b>Bandeja de rejilla 54x50 mm</b>		
	Bandeja de rejilla metálica de soporte rejiband galvanizada en caliente de fabricante LEGRAND o similar, con las correspondientes uniones y montaje. UD	<b>9,99 €</b>	<b>499,5 €</b>
<b>107</b>	<b>Bandeja de rejilla 50x100 mm</b>		
	Bandeja de rejilla metálica de soporte rejiband galvanizada en caliente de fabricante LEGRAND o similar, con las correspondientes uniones y montaje. UD	<b>21,55 €</b>	<b>2.305,85 €</b>
<b>21</b>	<b>Bandeja de rejilla 105x100 mm</b>		
	Bandeja de rejilla metálica de soporte rejiband galvanizada en caliente de fabricante LEGRAND o similar, con las correspondientes uniones y montaje. UD	<b>54,63 €</b>	<b>1. 147,23 €</b>
<b>356</b>	<b>Tubo corrugado para sistema enterrado D 60mm.</b>		
	Tubo corrugado con grado de protección ante compresión de 450 N a instalar bajo recubrimiento de hormigón con índice de protección mínimo IP 54.	<b>1,11 €</b>	<b>395,16 €</b>
<b>545</b>	<b>Tubo corrugado para sistema empotrado B1 16 mm.</b>		
	Tubo corrugado curvable libre de halógenos para canalizaciones empotradas ordinarias o en huecos de la construcción. 16 mm de diámetro. Resistencia a compresión mayor de 320 N. y de 2 J a impacto. IP54.	<b>0,38 €</b>	<b>207,1 €</b>
<b>1915</b>	<b>Tubo corrugado para sistema empotrado B1 20 mm.</b>		
	Tu Tubo corrugado curvable libre de halógenos para canalizaciones empotradas ordinarias o en huecos de la construcción. 20 mm de diámetro. Resistencia a compresión mayor a 320 N y de 2J de impacto. IP 54.	<b>0,48 €</b>	<b>919,2 €</b>

#### 2.4Presupuesto de luminarias.

<b>12</b>	<b>Proyector 1x200 W</b>		
	Proyector de alumbrado para instalación sobre pared. Potencia de 2000 W, tensión trifásica 400 V, código de protección IP 65, completamente instalada. Conexión mediante conductor RZ1K de 6 mm <sup>2</sup> (3xF+N+TT).	<b>1.343,0 €</b>	<b>16.116 €</b>



<b>46</b>	<b>Luminaria adosada 2x58 W</b>	Luminaria adosada para instalación sobre techo de 58 W, tensión de 220-240V, código de protección IP 66, arrancador HPF y 2 tubos fluorescentes TL-D. Conexión mediante conductor ES07Z1 de 1,5 mm <sup>2</sup> (F+N+TT) instalado bajo tubo.	<b>90 €</b>	<b>4.140 €</b>
<b>151</b>	<b>Luminaria adosada 1x58 W</b>	Luminaria adosada para instalación sobre techo de 58 W, tensión de 220-240V, código de protección IP 66, arrancador HPF y 1tubos fluorescentes TL-D. Completamente instalada. Conexión mediante conductor ES07Z1 de 1,5 mm <sup>2</sup> (F+N+TT) instalado bajo tubo.	<b>84,0 €</b>	<b>12.648 €</b>
<b>41</b>	<b>Luminaria empotrada 1x21,5 W</b>	Luminaria modular de instalación empotrada en techo. Tensión 220-240V Sistema de iluminación led, grado de protección IP40, transformador interno incluido protección contra inflamación clase F y vida útil de funcionamiento 25.000 horas. Completamente instalada. Conexión conductor ES07Z1 de 1,5 mm <sup>2</sup> (F+N+TT) acometida bajo tubo.	<b>370,0 €</b>	<b>15.170 €</b>
<b>10</b>	<b>Luminaria semi-empotrada 1x14 W</b>	Luminaria tipo estanca de montaje semi-empotrado o superficie. Tensión 220-240 V, grado de protección IP 44 (frente a intrusión de agua) ,14 W, actuador HFS. Completamente instalada.	<b>50,0 €</b>	<b>500 €</b>
<b>168</b>	<b>Downlight 1x1,4 W</b>	Luminaria downlight de montaje adosado sobre techo. Tensión 220-240 V de 1,4 W, grado de protección IP 20. Completamente instalada. Conexión conductor ES07Z1 de 1,5 mm <sup>2</sup> (F+N+TT) acometida bajo tubo.	<b>20,0 €</b>	<b>3.360 €</b>
<b>14</b>	<b>Luminaria adosada 1x58 W</b>	Luminaria adosada para instalación sobre techo de 58 W, tensión de 220-240V, código de protección IP 66, arrancador HPF y 2 tubos fluorescentes TL-D. Conexión mediante conductor ES07Z1 de 1,5 mm <sup>2</sup> (F+N+TT) instalado bajo tubo.	<b>84,0 €</b>	<b>1.176 €</b>
<b>85</b>	<b>Luminaria empotrada 1x23 W</b>	Luminaria modular de instalación empotrada en techo. Tensión 220-240V Sistema de iluminación led, grado de protección IP40, transformador interno incluido protección contra inflamación clase F y vida útil de funcionamiento 25.000 horas. Completamente instalada. Conexión conductor ES07Z1 de 1,5 mm <sup>2</sup> (F+N+TT) acometida bajo tubo.	<b>370,0 €</b>	<b>31.450 €</b>



<b>61</b>	<b>Luminaria semi-empotrada 1x14 W.</b>		
	Luminaria tipo estanca de montaje semi-empotrado o superficie. Tensión 220-240 V, grado de protección IP 44 (frente a intrusión de agua) ,14 W, actuador HFS. Completamente instalada.	<b>50,00 €</b>	<b>3.050 €</b>
<b>163</b>	<b>Luminaria de emergencia D4 LEGRAND</b>		
	Aparato autónomo no permanente, de potencia 6 W, tensión 2,4 V y autonomía de 1 hora. Completamente instalada.	<b>51,83 €</b>	<b>8.448,29 €</b>
<b>80</b>	<b>Luminaria de emergencia G5 LEGRAND</b>		
	Aparato autónomo combinado, de potencia 8 W, tensión 2,4 V y autonomía de 1 hora. Completamente instalada.	<b>196,35 €</b>	<b>15.708,0 €</b>
<b>2</b>	<b>Luminaria de emergencia NT100 LEGRAND</b>		
	Aparato autónomo totalmente estanco de potencia 8 W, tensión 2,4 V, 100 lm y autonomía de 1 hora. Completamente instalada.	<b>127,18 €</b>	<b>254,36 €</b>
<b>1</b>	<b>Luminaria de emergencia NT240 LEGRAND</b>		
	Aparato autónomo totalmente estanco de potencia 8 W, tensión 2,4 V, 240 lm y autonomía de 1 hora. Completamente instalada	<b>152,65 €</b>	<b>152,65 €</b>
	<b><u>2.5Presupuesto banco de condensadores.</u></b>		
<b>1</b>	<b>Bat. Alpimatic H52,5 kVAR</b>		
	Batería de condensadores automática con conmutación electromecánica y regulador de energía reactiva Alptec de fabricante LEGRAND. Compuesto por condensadores secos encapsulados al vacío, dieléctrico autoregenerativo, fusible de protección (uno por condensador) , automático de caja moldeada de 125 A y sistema de desconexión por sobrepresión. Grado de protección IP 30. Completamente instalado.	<b>2.625,25 €</b>	<b>2.625,25 €</b>
	<b><u>2.6Presupuesto mecanismos.</u></b>		
<b>109</b>	<b>Interruptores</b>		
	Interruptores de activación sistema de iluminación de estancia modelo NL COM LEGRAND de hasta 10 A,	<b>4,55 €</b>	<b>495,95 €</b>
<b>70</b>	<b>Tomas de corriente</b>		
	Bases de corriente de 16 A incluyendo, embornado a tornillo y caja a empotrar.	<b>3,91 €</b>	<b>273,7 €</b>

**2.7 Presupuesto pararrayos.****1 Pararrayos**

Dispositivo de cebado, cabezal electropulsante, pieza de adaptación de mástil de cobre de 36,5 mm<sup>2</sup>, mástil de hierro galvanizado de 6 m de altura, conductor trenzado de cobre bajante de 50 mm<sup>2</sup> y correspondientes soportes del conductor. Contador de descargas. Completamente instalado.

**2.939,13 €      2.939,13 €**

**2.8 Presupuesto sistema de tierra.****100 Toma de tierra**

Conductor de tierra de cobre electrolítico de 50 mm<sup>2</sup> de sección enterrado y longitud de 100 m, instalado conforme marca REBT.

**20,0 €      2.000 €**

**1 Red de toma de tierra.**

Acondicionamiento de las conexiones del conductor de tierra a los cimientos del edificio. Red perimetral instalada y comprobada según marca REBT.

**8.500 €      8.500 €**

**TOTAL**

**327.712,74€**

**3 PRESUPUESTO FINAL.****Coste total de la instalación:**

Ejecución de material.....380.479,74 €

10% Gastos en obra.....38.047,97 €

5% Beneficio neto.....19.023,98€

21% I.V.A.....79.900,75 €

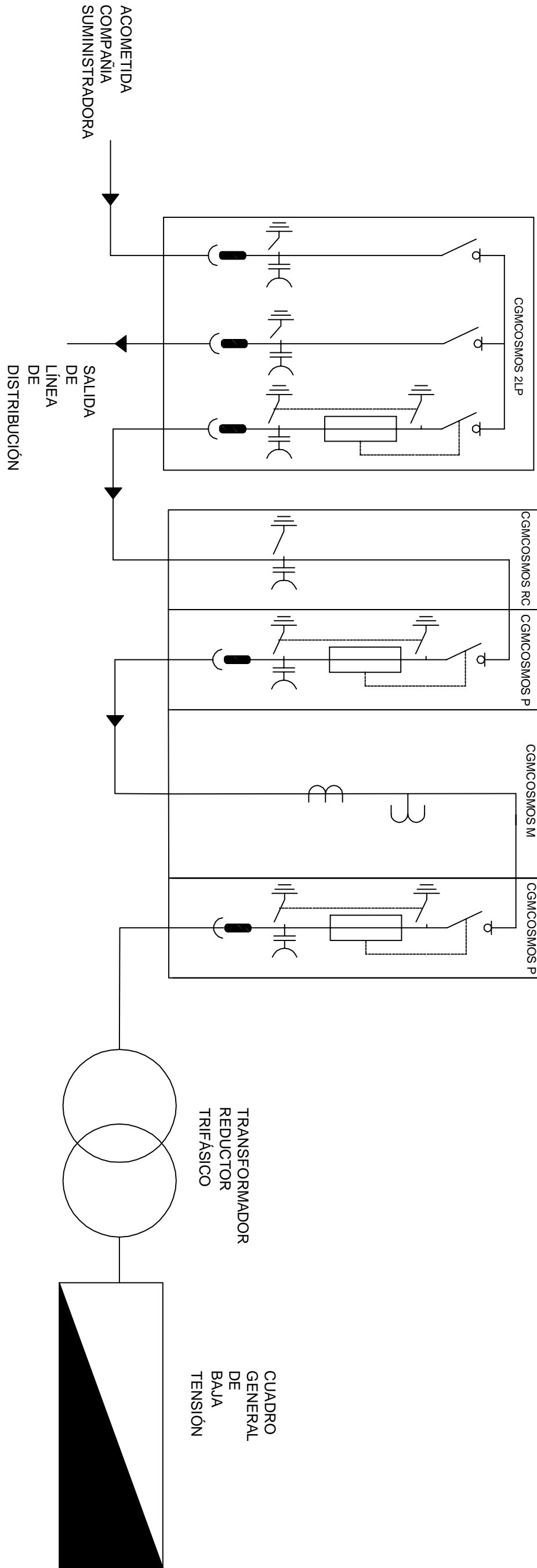
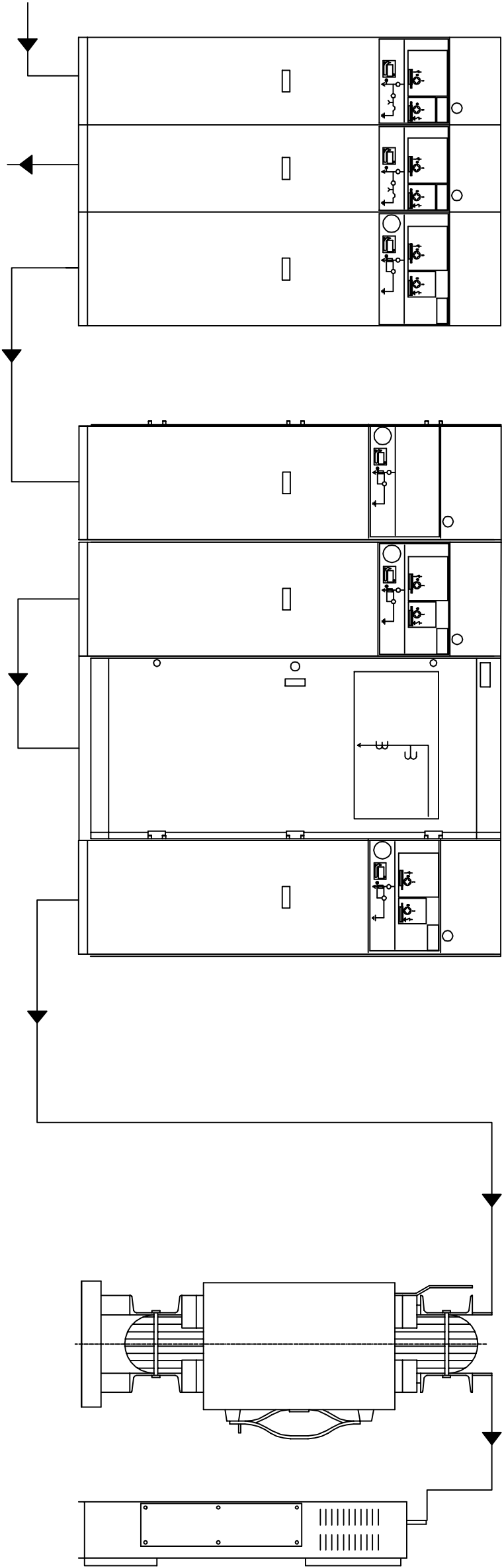
**PRESUPUESTO CONTRATA**

**517.452,45 €**

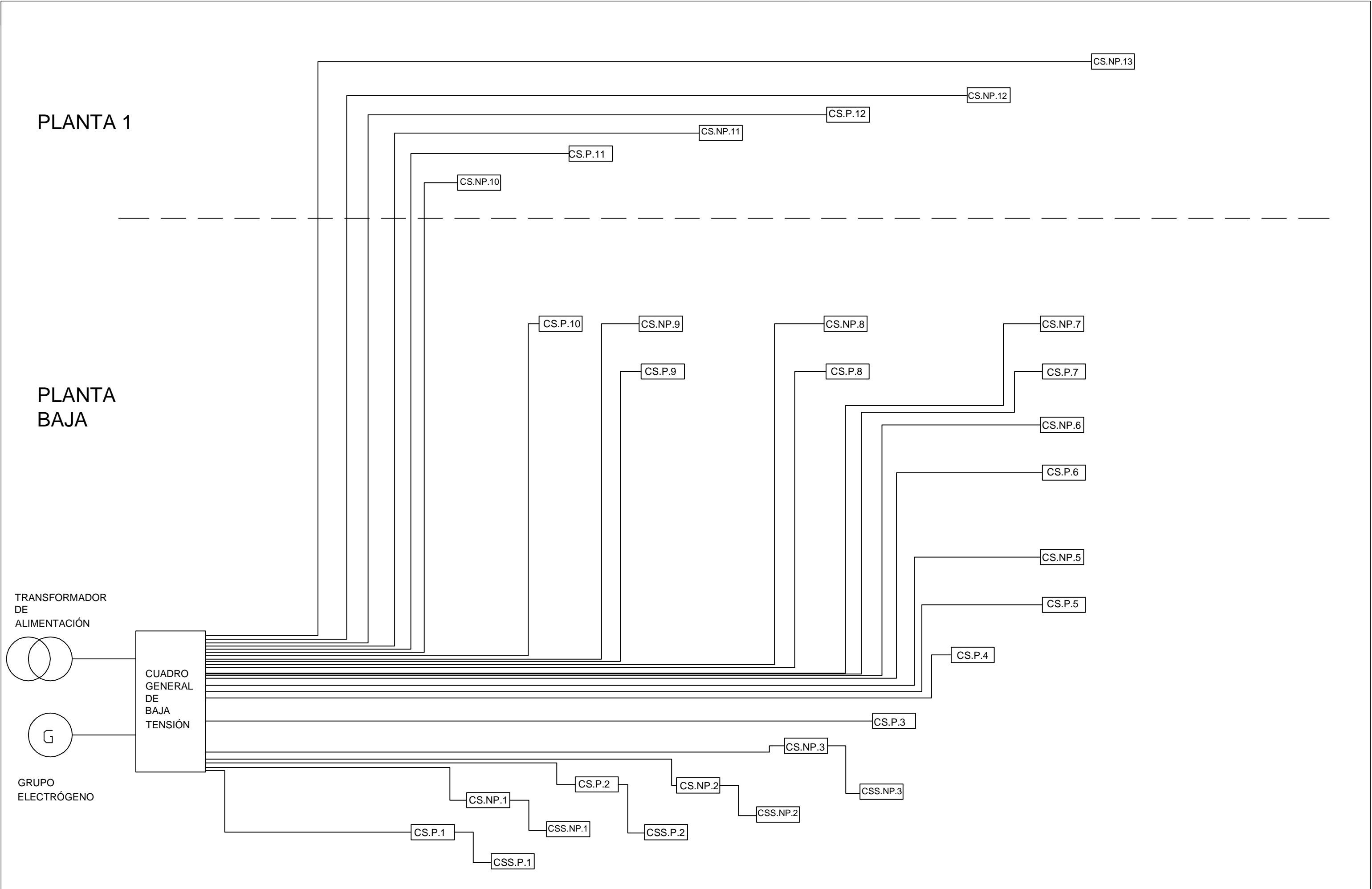
**El presupuesto asciende a quinientos diecisiete mil, cuatrocientos cincuenta y dos con cuarenta y cinco euros por parte de la empresa gestora del centro polideportivo (517.452,45 €).**


# 5. PLANOS

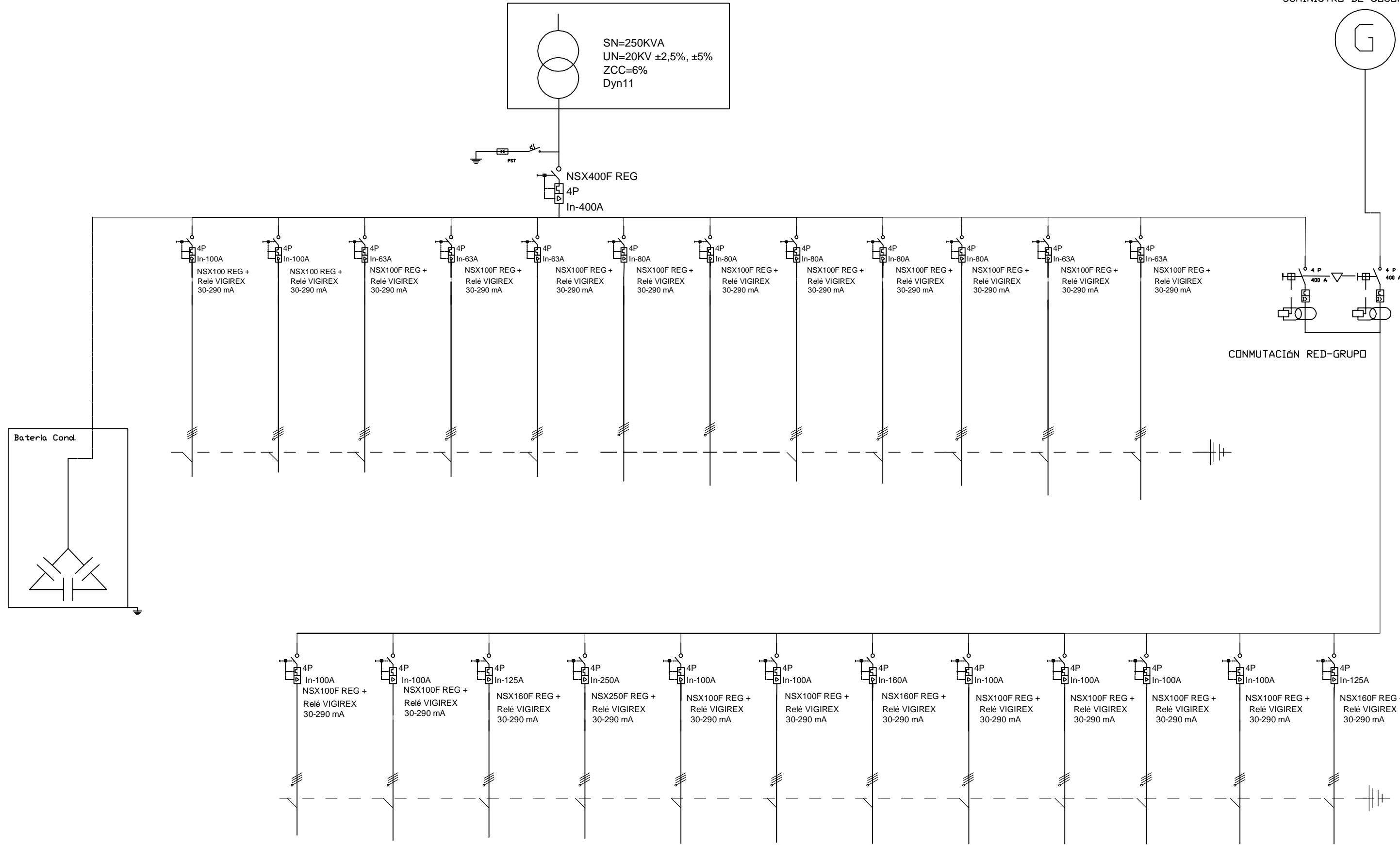




		<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		<b>TITULACIÓN:</b>		<b>G. INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>		<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO</b>	
				<b>Nº de plano :</b>		<b>5.1</b>		<b>Dibujado: RUBÉN ORMERO BONILLA</b>	
				<b>FECHA:</b>		<b>15/7/2014</b>			

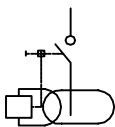


LEYENDA:		ESQUEMA VERTICAL CUADROS		TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
				PLANO	5.2		
				FECHA	15/7/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

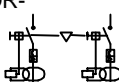


LEYENDA:

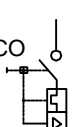
INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL  
TETRAPOLAR



CONMUTADOR  
GENERADOR-  
RED



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



# CUADRO PRINCIPAL DE BAJA Tensión

TITULACIÓN

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
POLIDEPORTIVO

PLANO

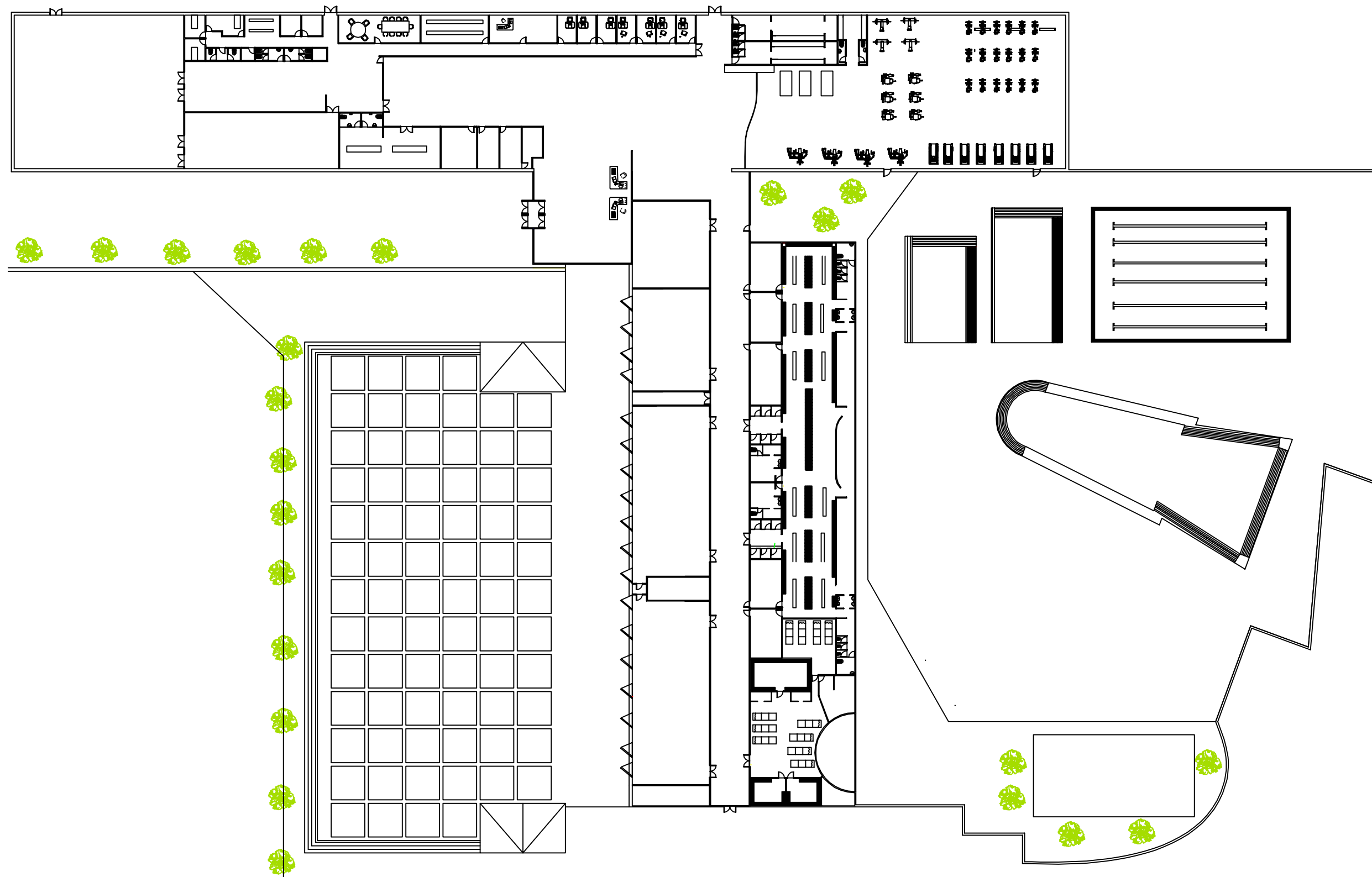
5.2.2

FECHA

09/04/2014

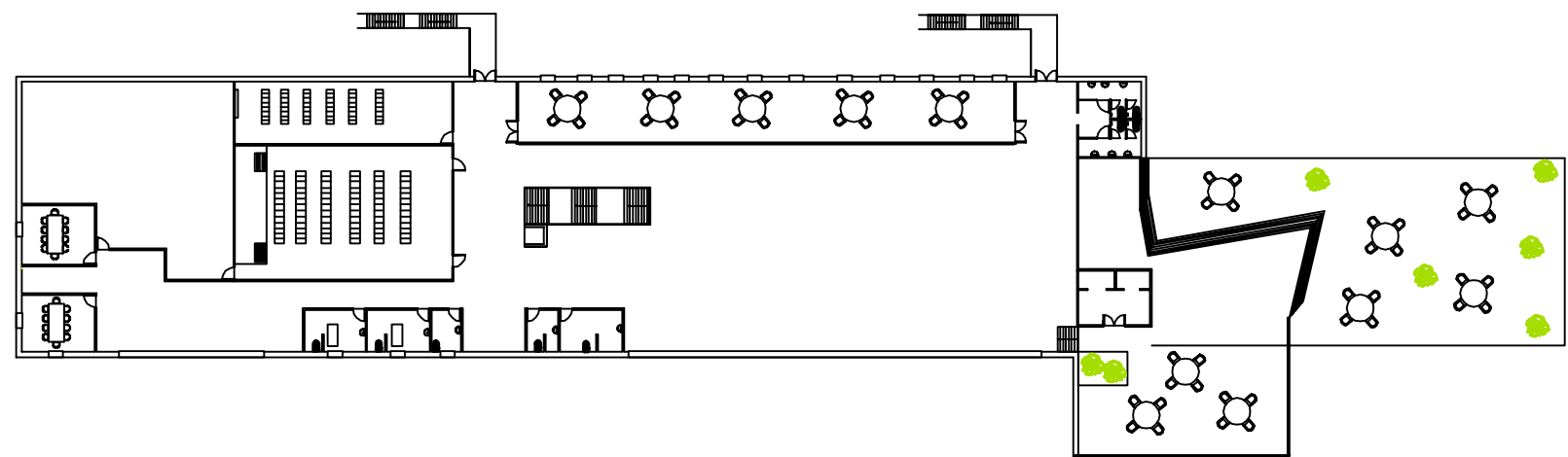
DIBUJADO

RUBÉN ORMERO BONILLA



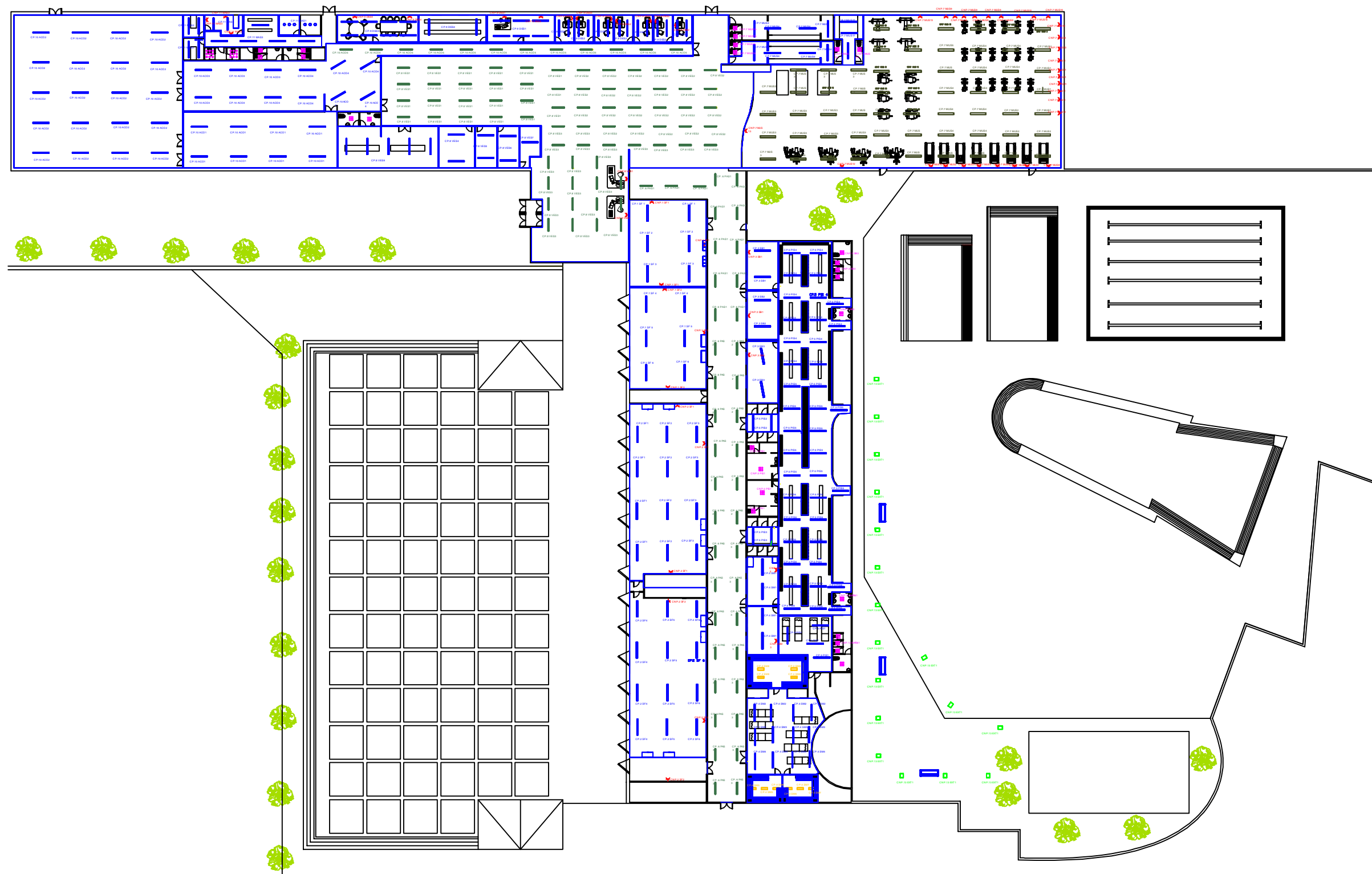
## PLANTA BAJA

TITULACIÓN:	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
Nº de plano :	5.3.1		
ESCALA:	1:400	Dibujado:	RUBÉN ORMERO BONILLA



## PLANTA 1 POLIDEPORTIVO

TITULACIÓN:	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
Nº de plano :	5.3.2		
ESCALA:	1:400	Dibujado:	RUBÉN ORMERO BONILLA



LEYENDA:

TOMA DE CORRIENTE

DESIGNACIÓN DEL CIRCUITO AL QUE PERTENECE EL EQUIPO.

LUMINARIAS:

CNP.13 EXT 1

PHILIPS TCW215/216

PHILIPS BBS411 W8L120 1xLED24/840 LIN-PC

PHILIPS BBG401 1xLED-K2-10/ CW

PHILIPS 332TSW 1xTL5-14W

MVP507 1xMHN-LA 2000W

PHILIPS 332TSW 1xTL5-35W

PLANO INSTALACIÓN DE TOMAS DE CORRIENTE Y LUMINARIAS

TITULACIÓN:

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESCALA:

1:400

PLANO:

5.4.1

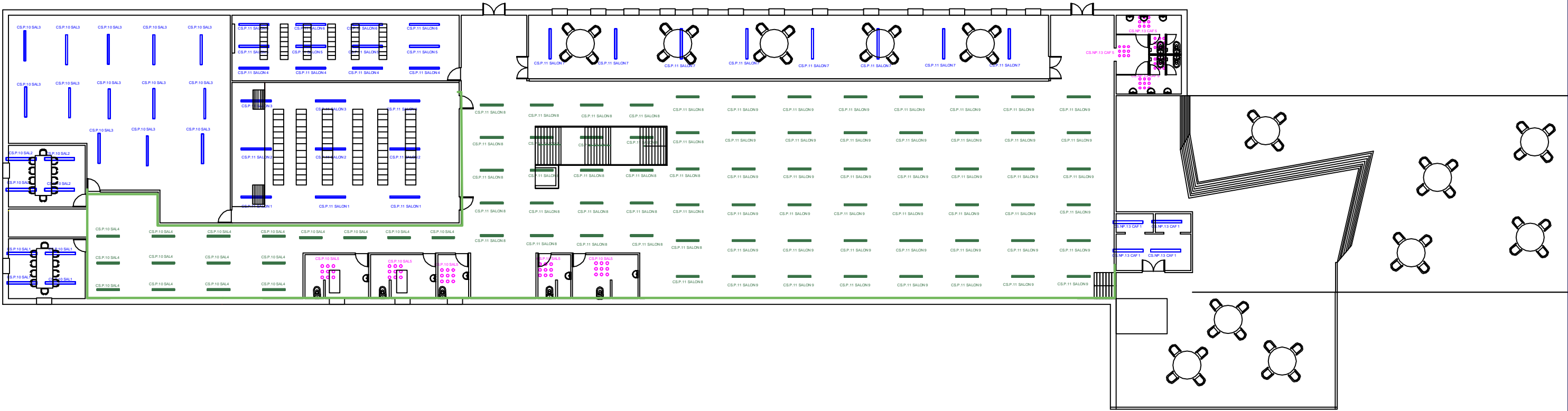
FECHA:

07/04/2014

INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO

Dibujado:

RUBÉN ORMERO BONILLA



LEYENDA:

TOMA DE  
CORRIENTE

LUMINARIAS:

PHILIPS  
TCW215/216

PHILIPS  
BBS411  
W9L120  
1xLED24/840  
LIN-PC

PHILIPS  
BBG401  
1xLED-K2-10/-  
CW

DESIGNACIÓN DEL CIRCUITO AL  
QUE PERTENECE EL EQUIPO.

CS.P.11 SALON 8



PLANO INSTALACIÓN DE  
BANDEJAS Y CUADROS  
PLANTA 1

TITULACIÓN:

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESCALA:

1:200 PLANO: 5.4.2

FECHA:

07/04/2014

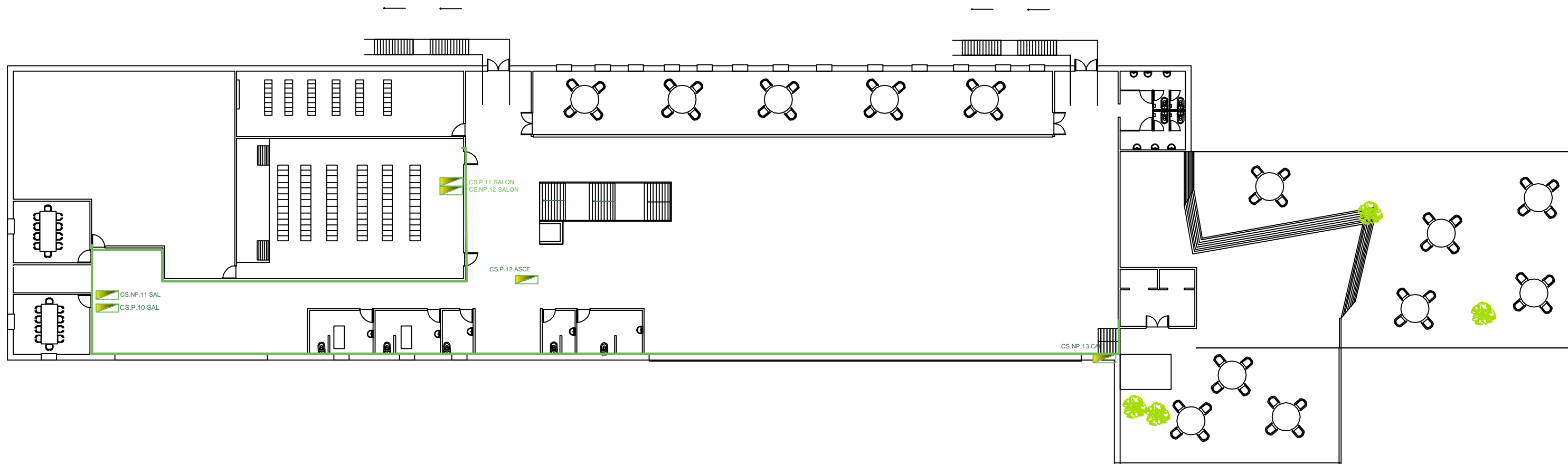
INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
POLIDEPORTIVO

Dibujado:

RUBÉN ORMERO BONILLA







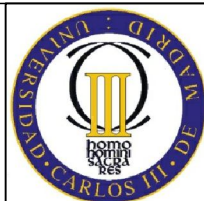
LEYENDA:

BANDEJAS DE REJILLAS:

DESIGNACIÓN DEL CIRCUITO AL  
QUE PERTENECE EL EQUIPO.



CS.P.7 DES



PLANO INSTALACIÓN DE  
BANDEJAS Y CUADROS  
PLANTA 1

TITULACIÓN:

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESCALA:

1:200

PLANO:

5.5.2

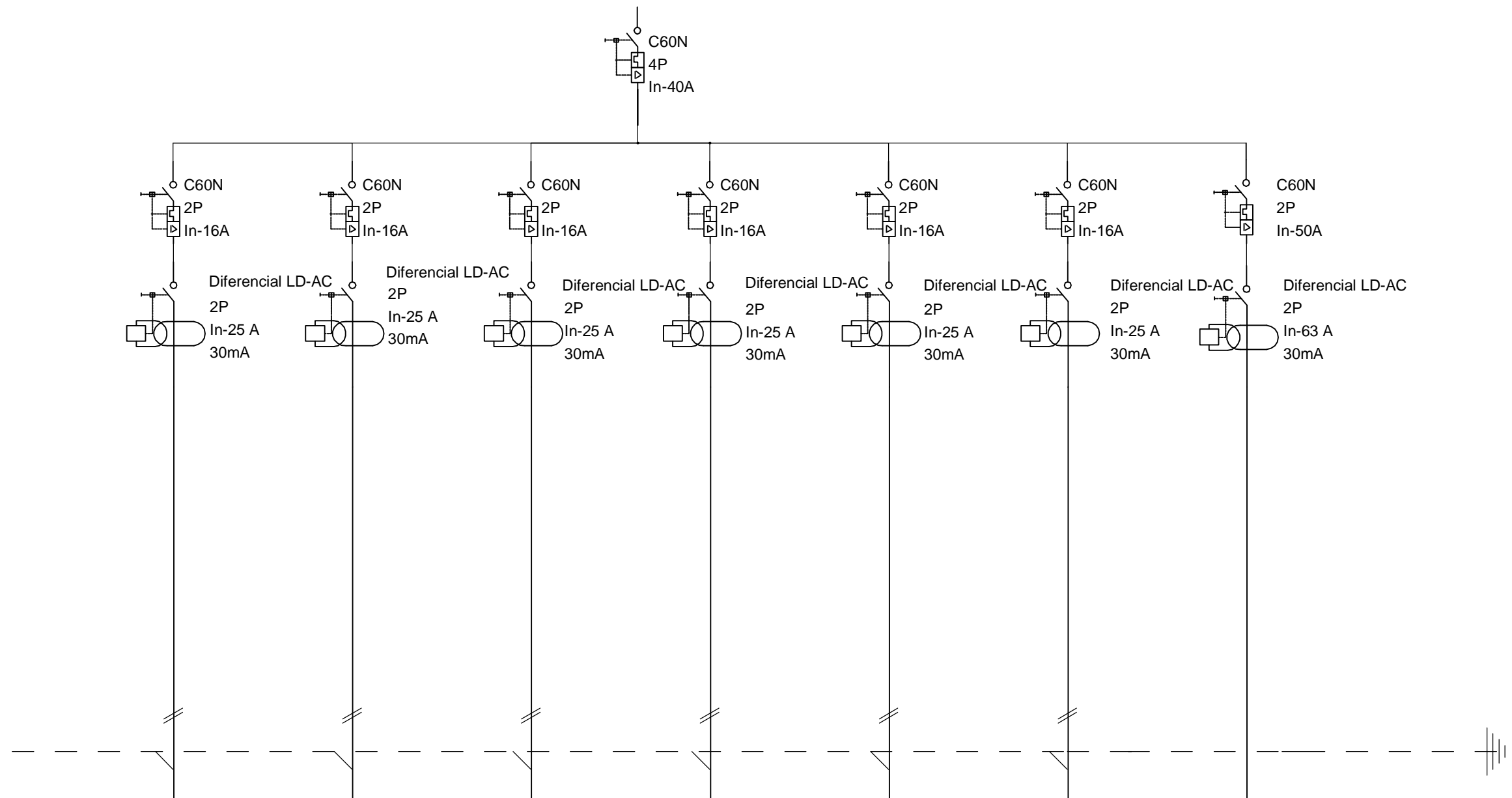
FECHA:

07/04/2014

INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
POLIDEPORTIVO

Dibujado:

RUBÉN ORMERO BONILLA



Código de identificación	CS.P.1 SF 1	CS.P.1 SF 2	CS.P.1 SF 3	CS.P.1 .F 4	CS.P.1 SF 5	CS.P.1 SF 6	CSS.P.1
MARCADO BORNAS	CS.P.1 SF 1	CS.P.1 SF 2	CS.P.1 SF 3	CS.P.1 .F 4	CS.P.1 SF 5	CS.P.1 SF 6	CSS.P.1
Descripción	SALA FITNESS 1.1	SALA FITNESS 1.2	SALA DE FITNESS 1.3	SALA FITNESS 2.1	SALA FITNESS 2.2	SALA FITNESS 2.3	CUADRO SECUNDARIO-SECUNARIO 1
Potencia kW	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,80
Longitud de conductor (m)	7	11	14	16,5	19,98	23,4	37
Sección de conductor	(2x2,5+1x2,5)mm2	(2x2,5+1x2,5)mm2	(2x2,5+1x2,5)mm2	(2x2,5+1x2,5)mm2	(2x2,5+1x2,5)mm2	(2x2,5+1x2,5)mm2	(3x10+1x10)mm2
Tipo de conductor	ES07Z1-K(AS)	ES07Z1-K(AS)	ES07Z1-K(AS)	ES07Z1-K(AS)	ES07Z1-K(AS)	ES07Z1-K(AS)	RZ1-K(AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO F+N

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR 3F+N

Cuadro secundario prioritario 1

TITULACIÓN

PLANO

FECHA

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

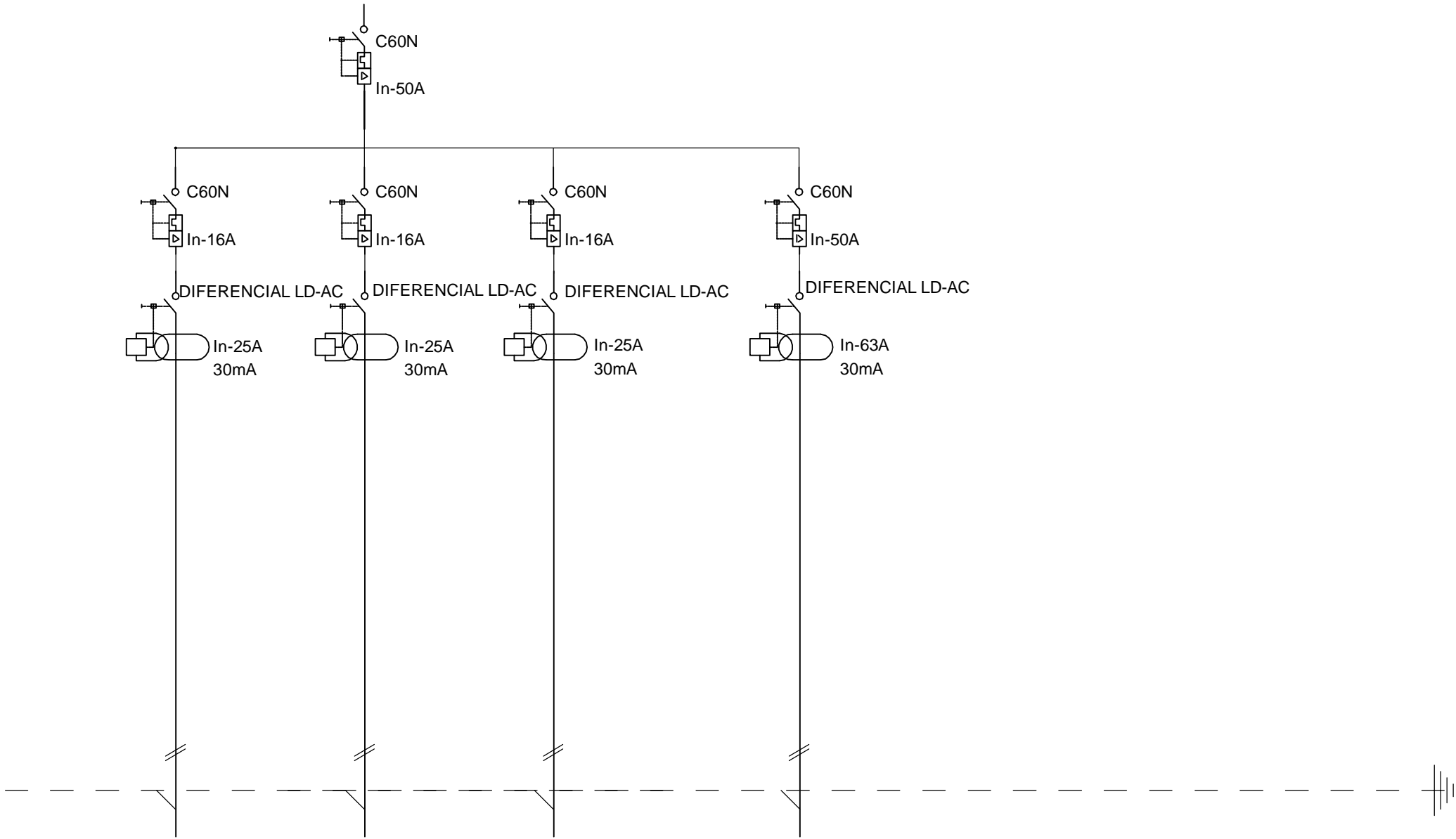
5.6.1

7/04/2014

INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO

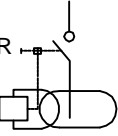
Dibujado

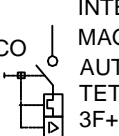
RUBÉN ORMERO BONILLA





CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P.2 SB 1	CS.P.2 SB 2	CS.P.2 SB 3	CSS.P.2 SM
MARCADO DE BORNAS	CS.P.2 SB 1	CS.P.2 SB 2	CS.P.2 SB 3	CSS.P.2 SM
DESCRIPCIÓN	Sala de baile 1.1	Sala de baile 1.2	Sala de baile 2	Cuadro secundario- secundario prioritario 2
POTENCIA KW	0,32	0,32	0,32	1,83
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	8,83	5,54	11,93	42
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5 + 1x2,5) mm2	(2x2,5 + 1x2,5) mm2	(2x2,5 + 1x2,5) mm2	(3x10 + 1x10) mm2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	RZ1-K (AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

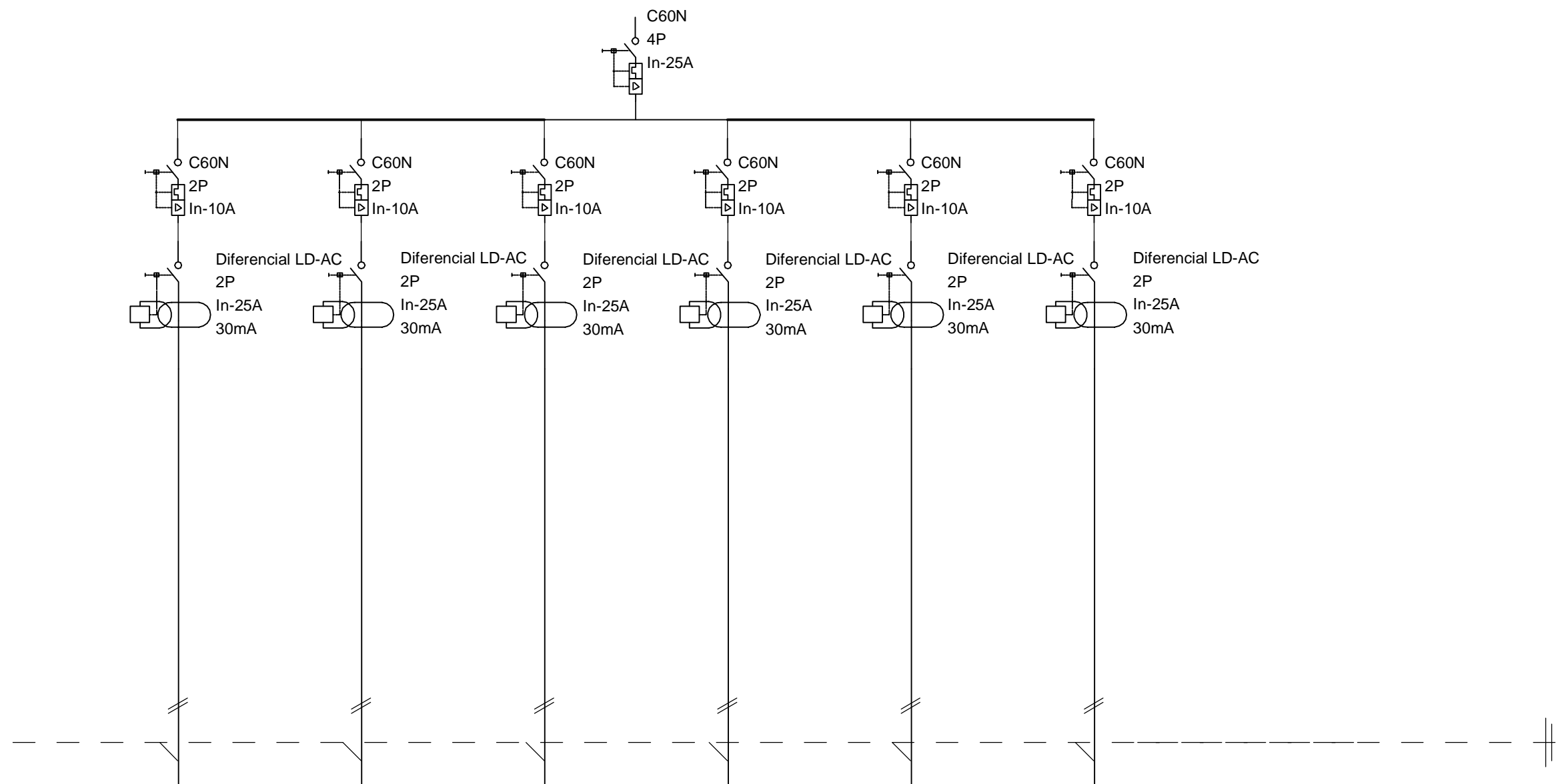
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



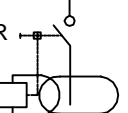
# CUADRO SECUNDARIO PRIORITARIO 2

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
Nº DE PLANO	5.6.2		
FECHA:	08/04/2014	DIBUJO:	RUBÉN ORMERO BONILLA

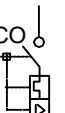


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P.3 PIS 1	CS.P.3 PIS 2	CS.P.3 PIS 3	CS.P.3 PIS 4	CS.P.3 PIS 5	CS.P.3 PIS 6
MARCADO BORNAS	CS.P.3 PIS 1	CS.P.3 PIS 2	CS.P.3 PIS 3	CS.P.3 PIS 4	CS.P.3 PIS 5	CS.P.3 PIS 6
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO ALMACÉN	ALUMBRADO VESTUARIO 3	ALUMBRADO VESTUARIO 4	ALUMBRADO VESTUARIOS GENERALES PISCINA 1.1	ALUMBRADO VESTUARIOS GENERALES PISCINA 1.2	ALUMBRADO VESTUARIOS GENERALES PISCINA 1.3
POTENCIA KW	0,32	0,16	0,16	1,03	1,03	1,11
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	29,8	2,77	14,2	22	15,4	25,7
SECCIÓN CONDUCTOR	(2x1,5+ 1x1,5)MM2	(2x1,5+ 1x1,5)MM2	(2x1,5+ 1x1,5)MM2	(2x1,5+ 1x1,5)MM2	(2x1,5+ 1x1,5)MM2	(2x1,5+ 1x1,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)

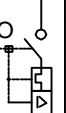
LEYENDA



INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
F+N

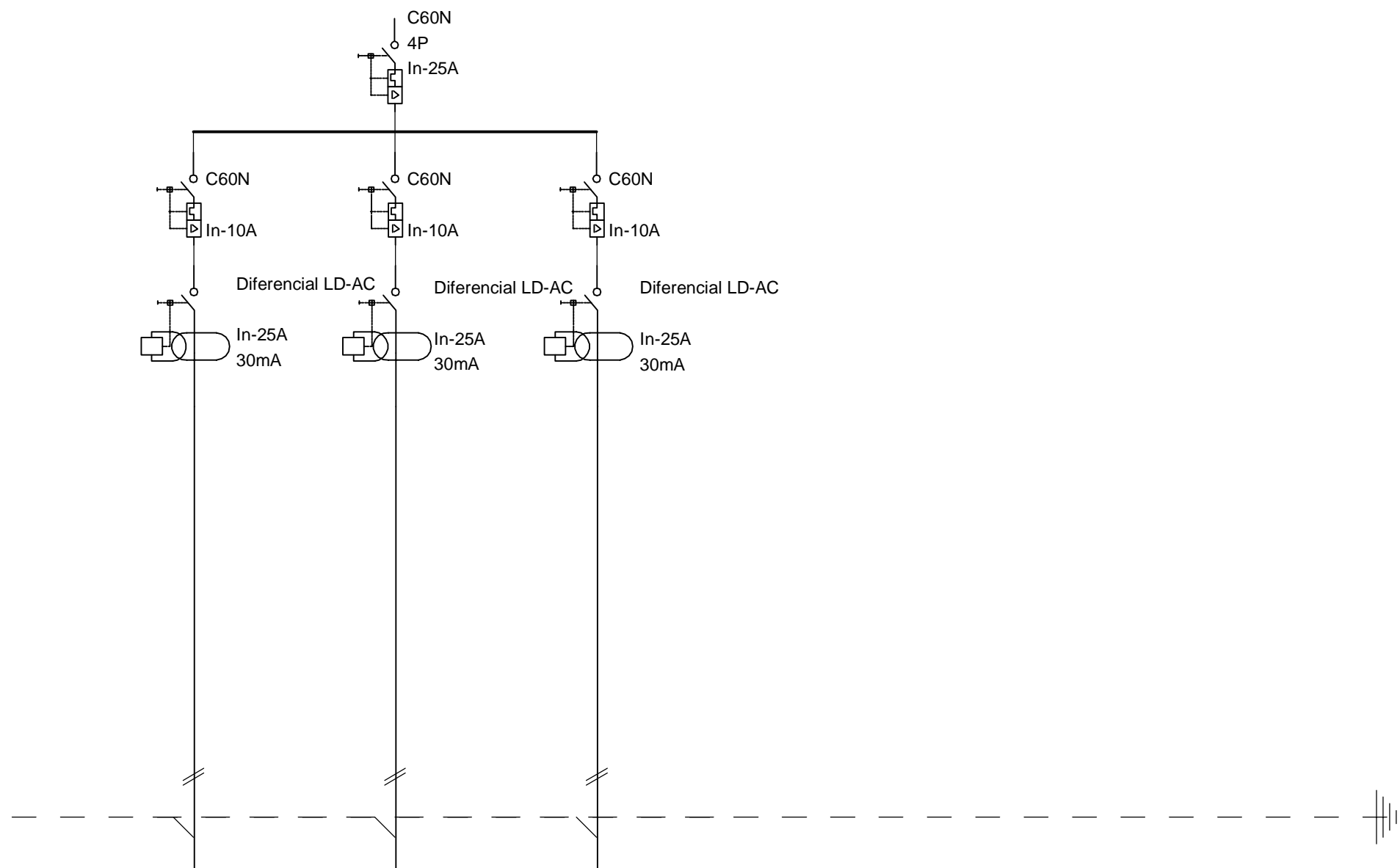


INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



Cuadro secundario prioritario 3

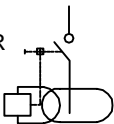
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.3		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P. 4 PAS 1	CS.P. 4 PAS 2	CS.P. 4 PAS 3
MARCADO BORNAS	CS.P. 4 PAS 1	CS.P. 4 PAS 2	CS.P. 4 PAS 3
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO PASILLO GENERAL 1	ALUMBRADO PASILLO GENERAL 2	ALUMBRADO PASILLO GENERAL 3
POTENCIA KW	0,5	0,5	0,58
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	18	41,5	64,9
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x1,5 + 1x1,5) MM2	(2x1,5 + 1x1,5) MM2	(2x1,5 + 1x1,5) MM2
TIPO DE CONDUCTOR	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)

LEYENDA:

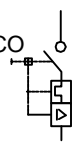
INTERRUPTOR DIFERENCIAL



INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N



INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



Cuadro secundario prioritario 4

TITULACIÓN

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO

PLANO

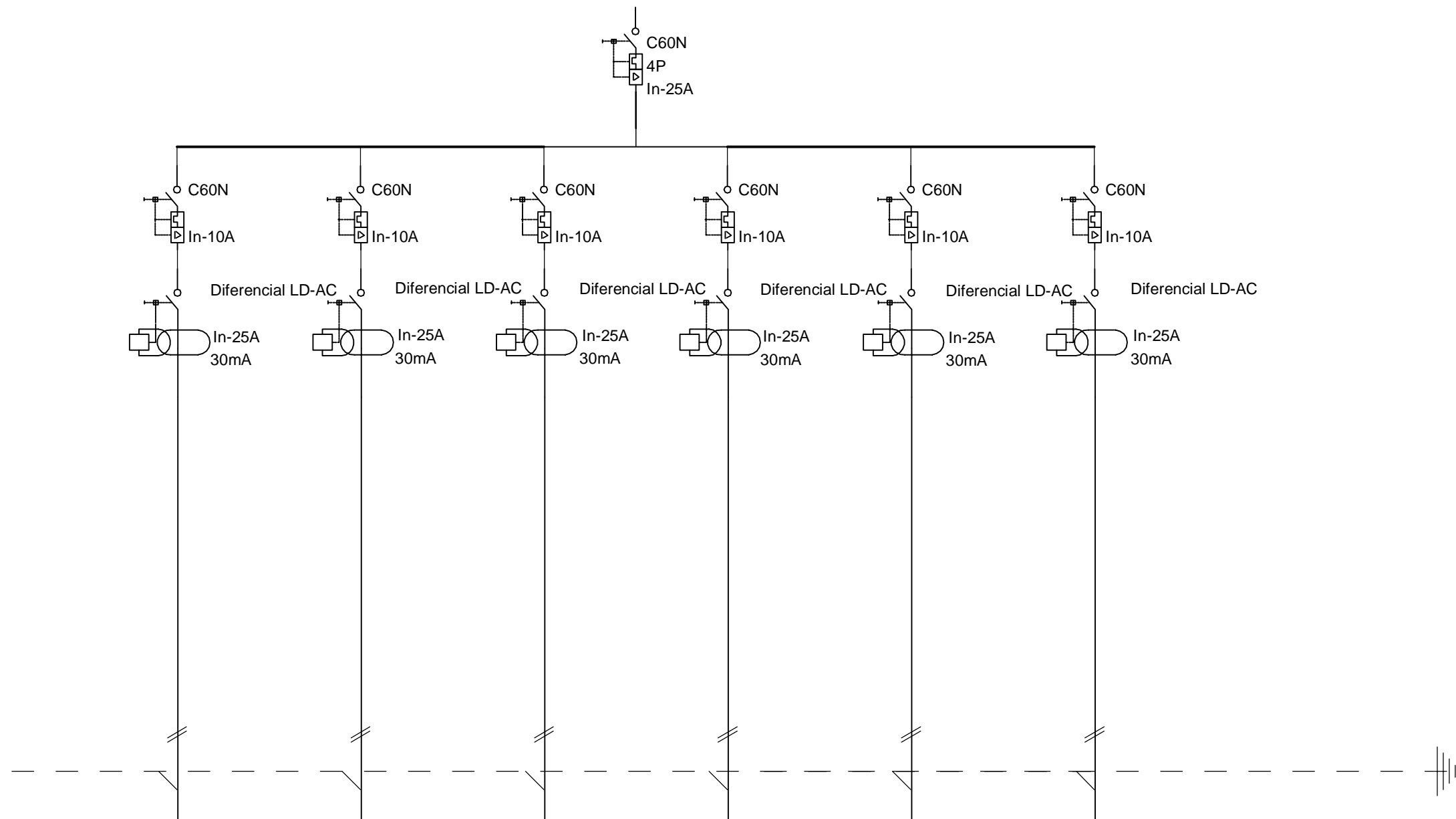
5.6.4

FECHA

08/04/2014

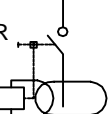
DIGUJADO

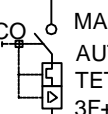
RUBÉN ORMERO BONILLA

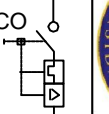



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P.5 MUS 1	CS.P.5 MUS 2	CS.P.5 MUS 3	CS.P.5 MUS 4	CS.P.5 MUS 5	CS.P.5 MUS 6
MARCADO BORNAS	CS.P.5 MUS 1	CS.P.5 MUS 2	CS.P.5 MUS 3	CS.P.5 MUS 4	CS.P.5 MUS 5	CS.P.5 MUS 6
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO SALA MUSCULACIÓN 1.1	ALUMBRADO SALA DE MUSCULACIÓN 1.2	ALUMBRADO SALA DE MUSCULACIÓN 1.3	ALUMBRADO VESTUARIOS 1-2	ALUMBRADO SALA DE MUSCULACIÓN 1.4	ALUMBRADO SALA DE MUSCULACIÓN 1.5
POTENCIA W	0,28	0,28	1,18	0,55	0,84	0,84
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	38,8	32,3	19,7	14,6	36	29,2
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

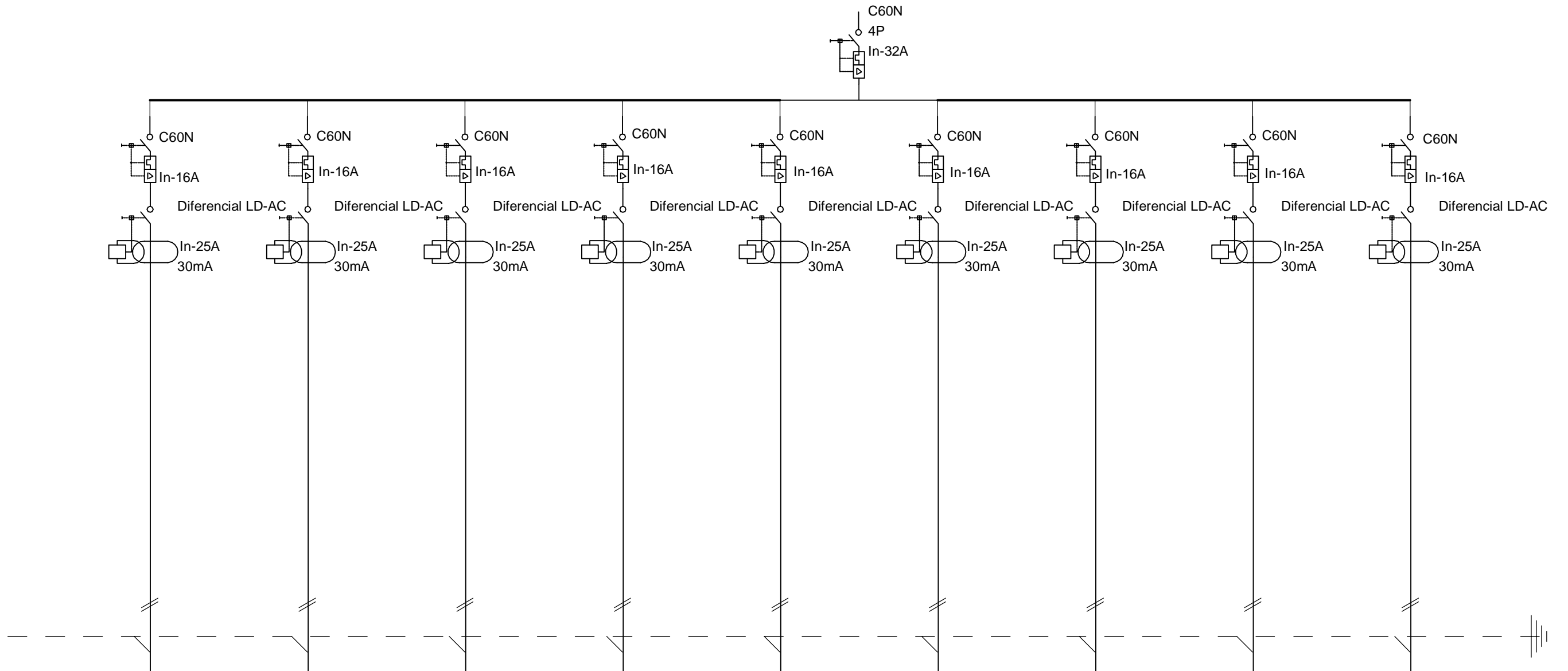
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



Cuadro secundario prioritario 5

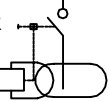
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.5		
FECHA	08/04/2014		

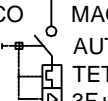
DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA
----------	----------------------

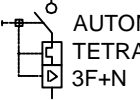



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CP.8 VES 1	CP.8 VES 2	CP.8 VES 3	CP.8 VES 4	CP.8 VES 5	CP.8 VES 6	CP.8 VES 7	CP.8 VES 8	CP.8 VES 9
MARCADO BORNAS	CP.8 VES 1	CP.8 VES 2	CP.8 VES 3	CP.8 VES 4	CP.8 VES 5	CP.8 VES 6	CP.8 VES 7	CP.8 VES 8	CP.8 VES 9
DESCRIPCIÓN	HALL DE ENTRADA Y VESTÍBULO GENERAL 1.1	HALL DE ENTRADA Y VESTÍBULO GENERAL 1.2	HALL DE ENTRADA Y VESTÍBULO GENERAL 1.3	ALMACÉN 2	ALMACÉN 3	ALMACÉN 4	ALMACÉN 5	CUARTO DE BAÑO 1	SALA DE PERSONAL
POTENCIA KW	0,79	0,95	1,04	0,06	0,06	0,06	0,03	0,01	0,15
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	21,5	36,6	33	7,37	10	12,4	12,8	11,58	11
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)


LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N





Cuadro secundario prioritario 6

TITULACIÓN

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

PLANO

5.6.6

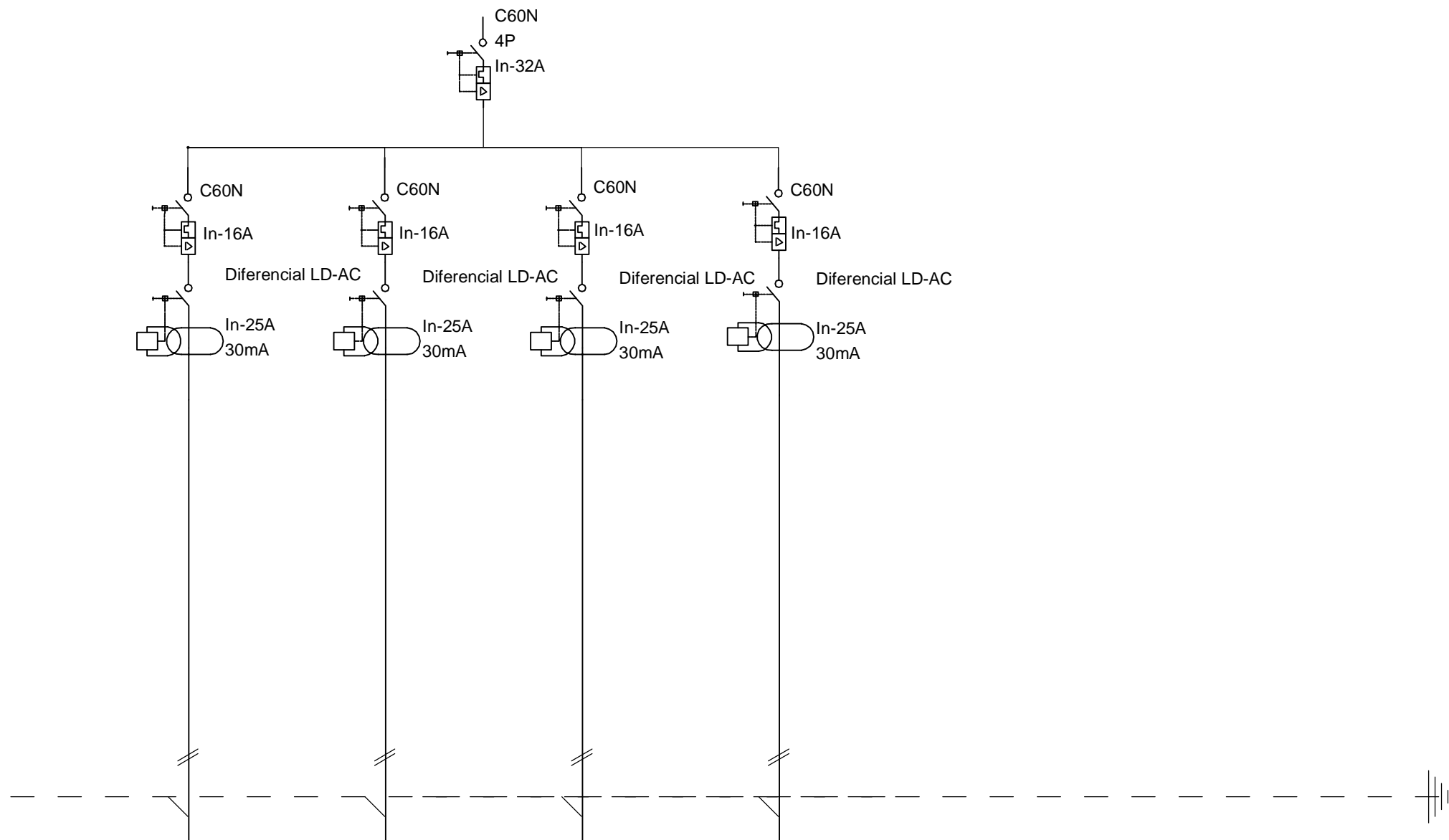
FECHA

08/04/2014

INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO

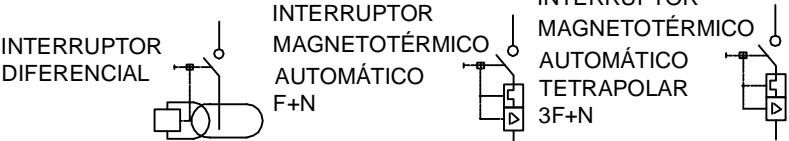
DIBUJADO

RUBÉN ORMERO BONILLA



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P.7 DES 1	CS.P.7 DES 2	CS.P.7 DES 3	CS.P.7 DES 4
MARCADO BORNAS	CS.P.7 DES 1	CS.P.7 DES 2	CS.P.7 DES 3	CS.P.7 DES 4
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO DESPACHO TIPO 1	ALUMBRADO DESPACHO TIPO 2	ALUMBRADO SALA DE REUNIONES	ALUMBRADO SALA DE ARCHIVOS
POTENCIA KW	0,38	0,89	0,51	0,19
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	17,6	33,4	7,92	10,6
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

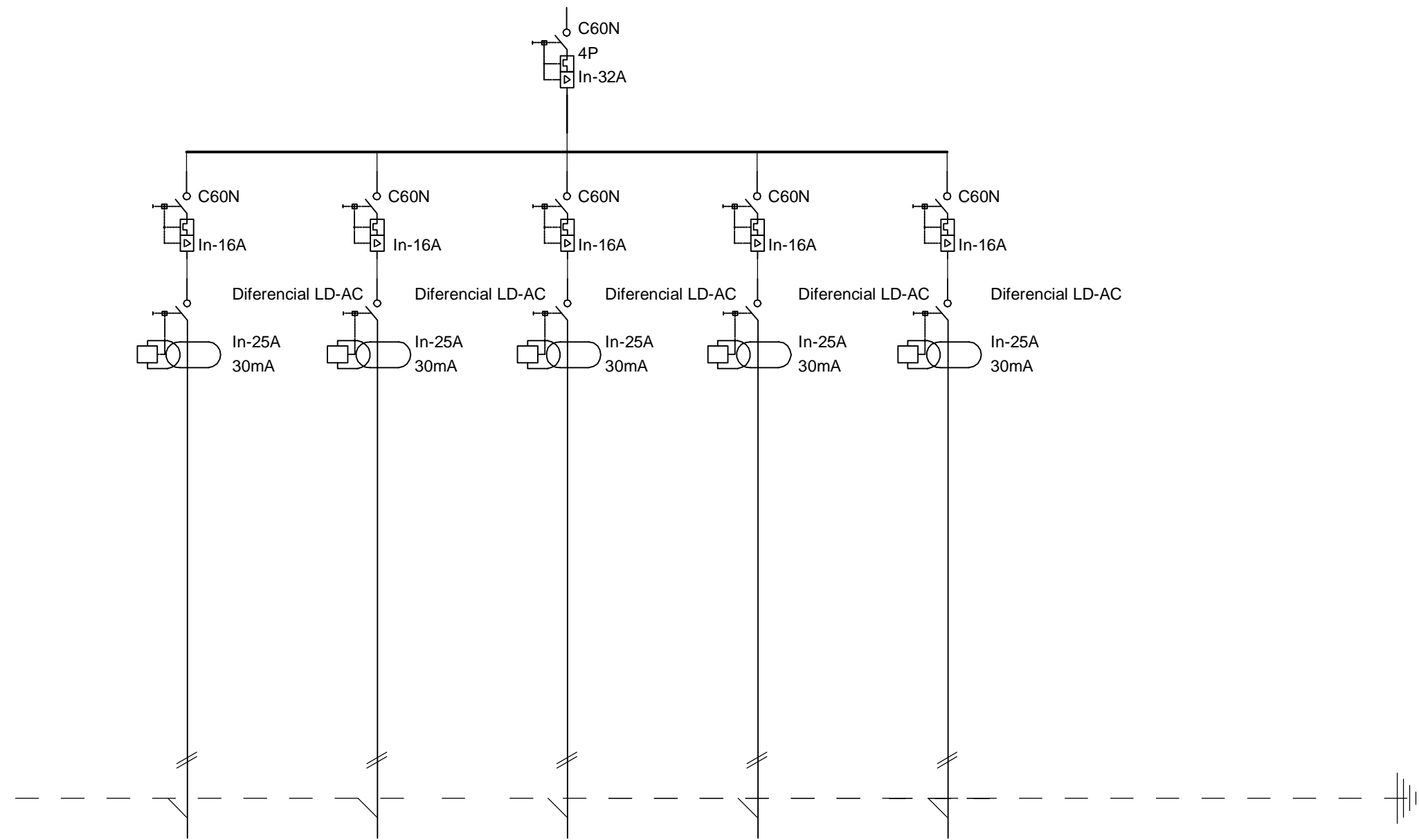
LEYENDA:



### Cuadro secundario prioritario 7

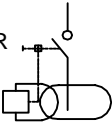
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.7		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA



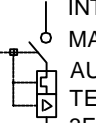


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P.8 ACO 1	CS.P.8 ACO 2	CS.P.8 ACO 3	CS.P.8 ACO 4	CS.P.8 ACO 5
MARCADO BORNAS	CS.P.8 ACO 1	CS.P.8 ACO 2	CS.P.8 ACO 3	CS.P.8 ACO 4	CS.P.8 ACO 5
DESCRIPCIÓN	LOCAL DE ACOMETIDA	SALA GRUPO ELECTRÓNENO	VESTÍBULOS GENERALSE 2.1	VESTÍBULOS GENERALSE 2.2	VESTÍBULOS GENERALSE 2.3
POTENCIA KW	0,19	0,48	0,59	0,59	1,19
LONGITUD CONDUCTOR (M)	19,3	24	18	24,5	56,5
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

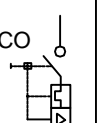
LEYENDA:



INTERRUPTOR DIFERENCIAL



INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

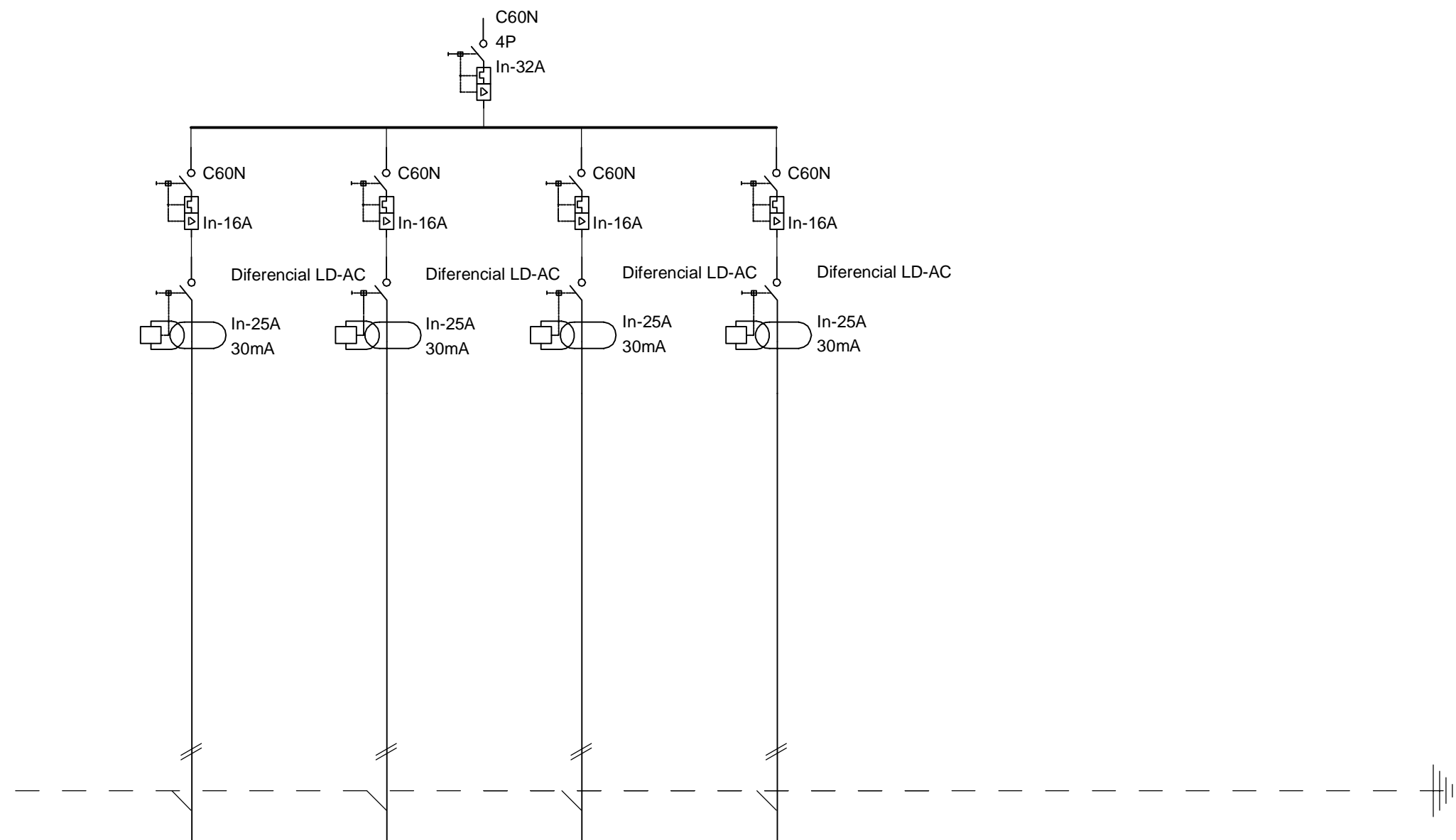


INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



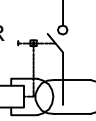
Cuadro secundario prioritario 8

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.8		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

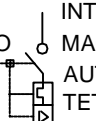


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P.9 MAS 1	CS.P.9 MAS 2	CS.P.9 MAS 3	CS.P.9 MAS 4
MARCADO BORNAS	CS.P.9 MAS 1	CS.P.9 MAS 2	CS.P.9 MAS 3	CS.P.9 MAS 4
DESCRIPCIÓN	VESTUARIOS 5	SALA DE MASAJES TIPO 1	ÁREA DE CIRCULACIÓN MASAJES	SALA DE MAQUINARIA
POTENCIA KW	0,13	0,13	0,32	0,02
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	11,6	11,3	10	9,73
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

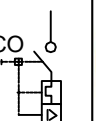
LEYENDA:



INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



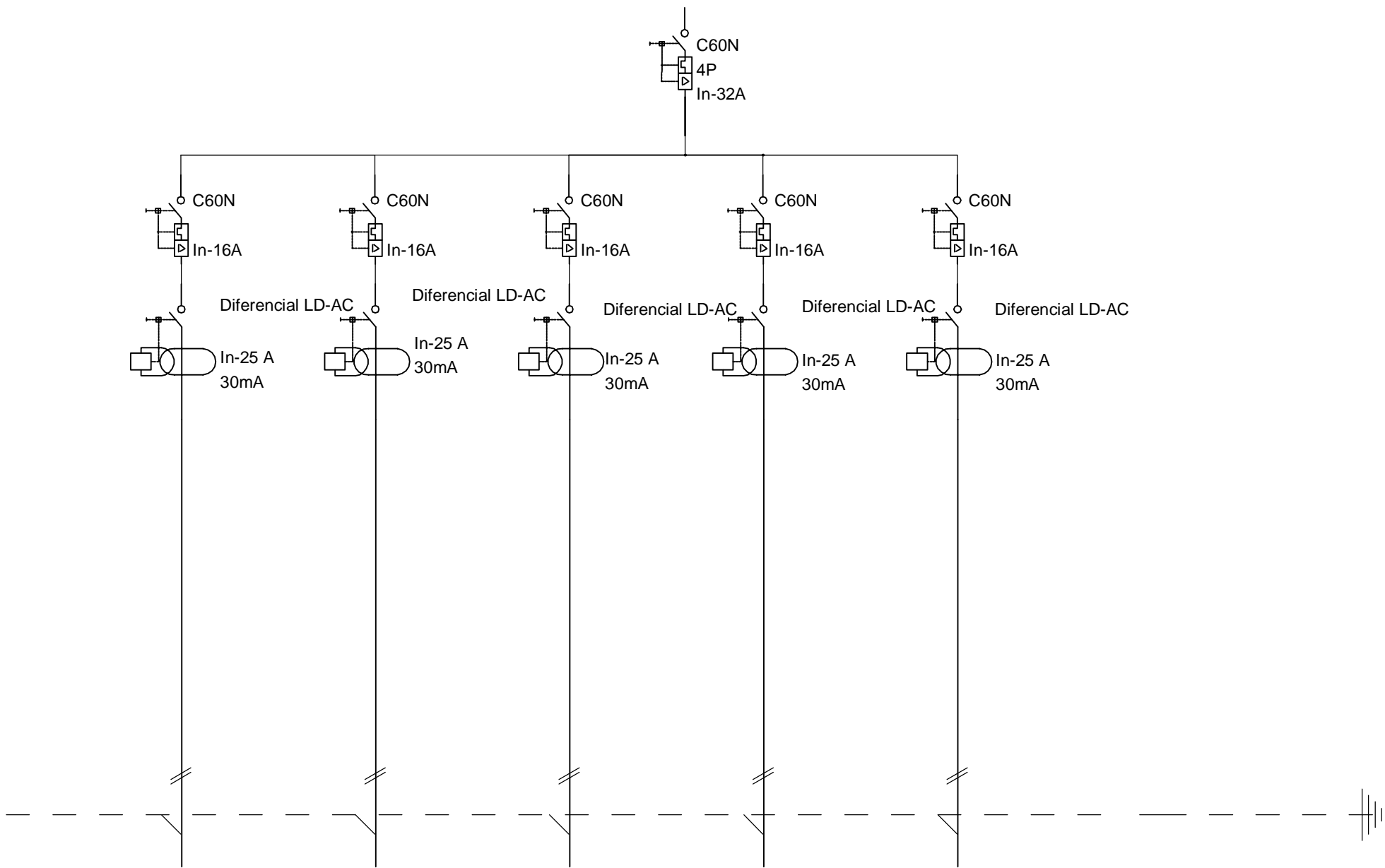
INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
F+N



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N

Cuadro secundario prioritario 9

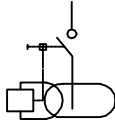
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.9		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA



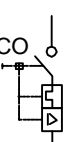
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P.10 SAL1	CS.P.10 SAL2	CS.P.10 SAL3	CS.P.10 SAL4	CS.P.10 SAL5
MARCADO BORNAS	CS.P.10 SAL1	CS.P.10 SAL2	CS.P.10 SAL3	CS.P.10 SAL4	CS.P.10 SAL5
DESCRIPCIÓN	SALA DE REUNIONES1 PLANTA 1	SALA DE REUNIONES 2 PLANTA 1	ALMACÉN PLANTA 1	HALL PLANTA 1	BAÑOS PLANTA 1
POTENCIA KW	0,63	0,63	1,03	0,53	0,01
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	11,39	6,4	13,45	25,14	26,14
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K(AS)	H07Z1-K(AS)	H07Z1-K(AS)	H07Z1-K(AS)	H07Z1-K(AS)

LEYENDA:

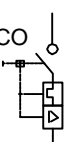
INTERRUPTOR DIFERENCIAL



INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N



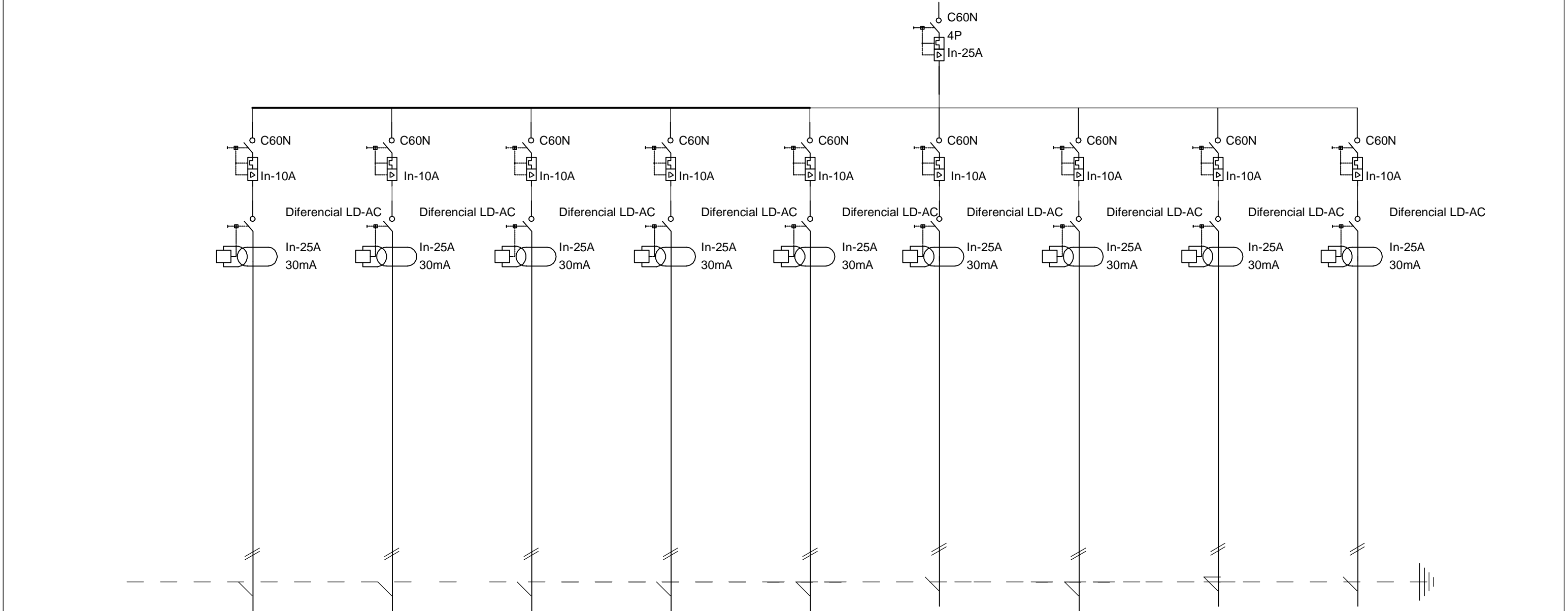
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N





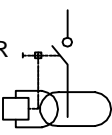
# Cuadro secundario prioritario 10

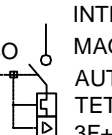
TITULACIÓN	G.INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.10		
FECHA	07/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

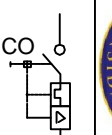



CODIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.P.11 SALON 1	CS.P.11 SALON 2	CS.P.11 SALON 3	CS.P.11 SALON 4	CS.P.11 SALON 5	CS.P.11 SALON 6	CS.P.11 SALON 7	CS.P.11 SALON 8	CS.P.11 SALON 9
MARCADO BORNAS	CS.P.11 SALON 1	CS.P.11 SALON 2	CS.P.11 SALON 3	CS.P.8 ACO 4	CS.P.11 SALON 5	CS.P.11 SALON 6	CS.P.11 SALON 7	CS.P.11 SALON 8	CS.P.11 SALON 9
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO SALÓN 1	ALUMBRADO SALÓN 2	ALUMBRADO SALÓN 3	ALUMBRADO AULA 1	ALUMBRADO AULA 2	ALUMBRADO AULA 3	ALUMBRADO SALA	ALUMBRADO HALL 2	ALUMBRADO HALL 3
POTENCIA KW	0,24	0,24	0,24	0,32	0,32	0,32	0,63	0,86	1,19
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	19,07	16,52	13,95	15,43	16,5	17,17	38,35	25,35	46,33
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

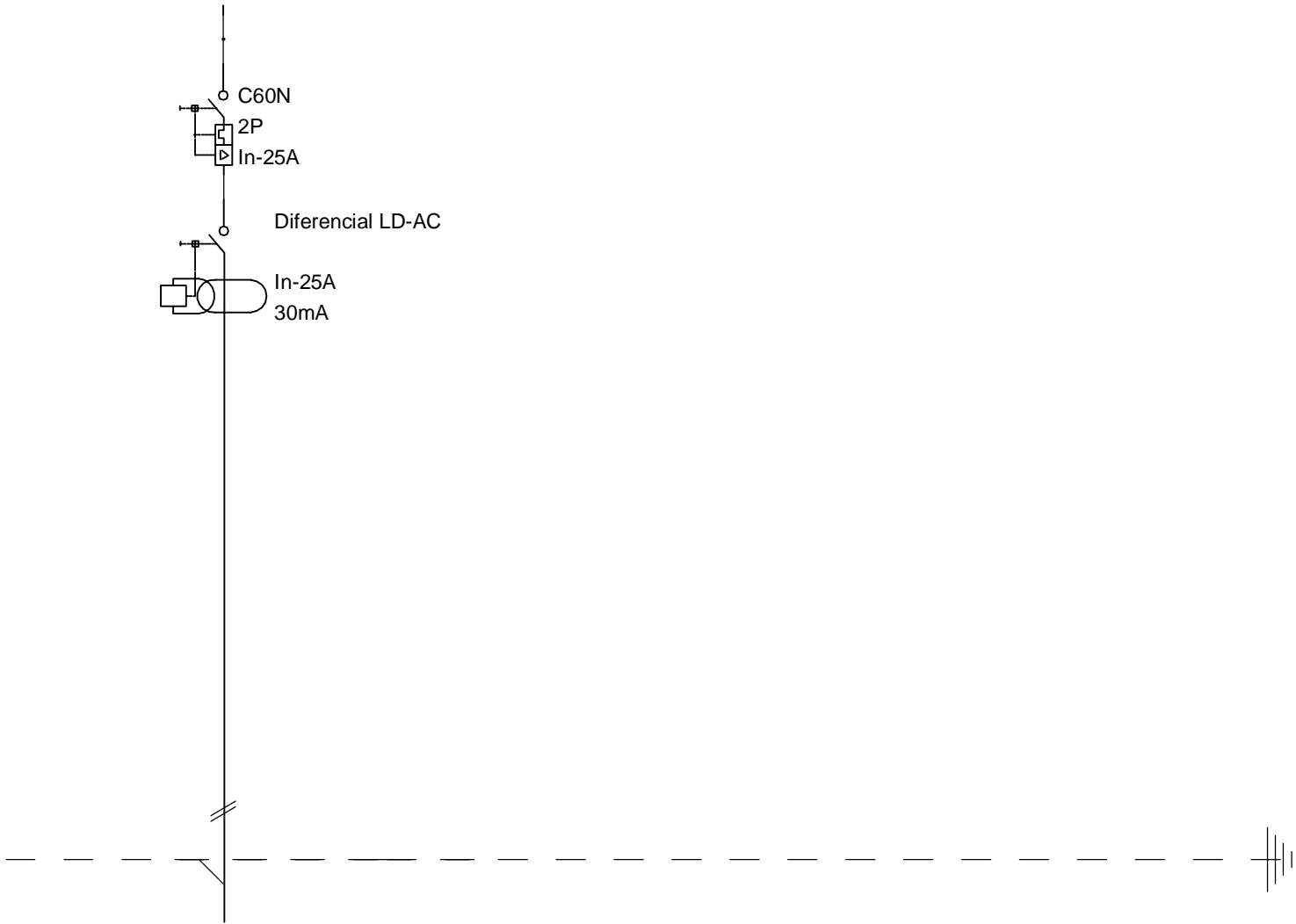
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



Cuadro secundario prioritario 11

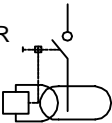
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.11		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA



CODIFICACIÓN	CS.P.12
MARCADO BORNAS	CS.P.12
DESCRIPCIÓN	ASCENSOR
POTENCIA KW	6,24
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	26
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x10+1x10)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)

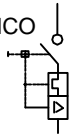
LEYENDA:

INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



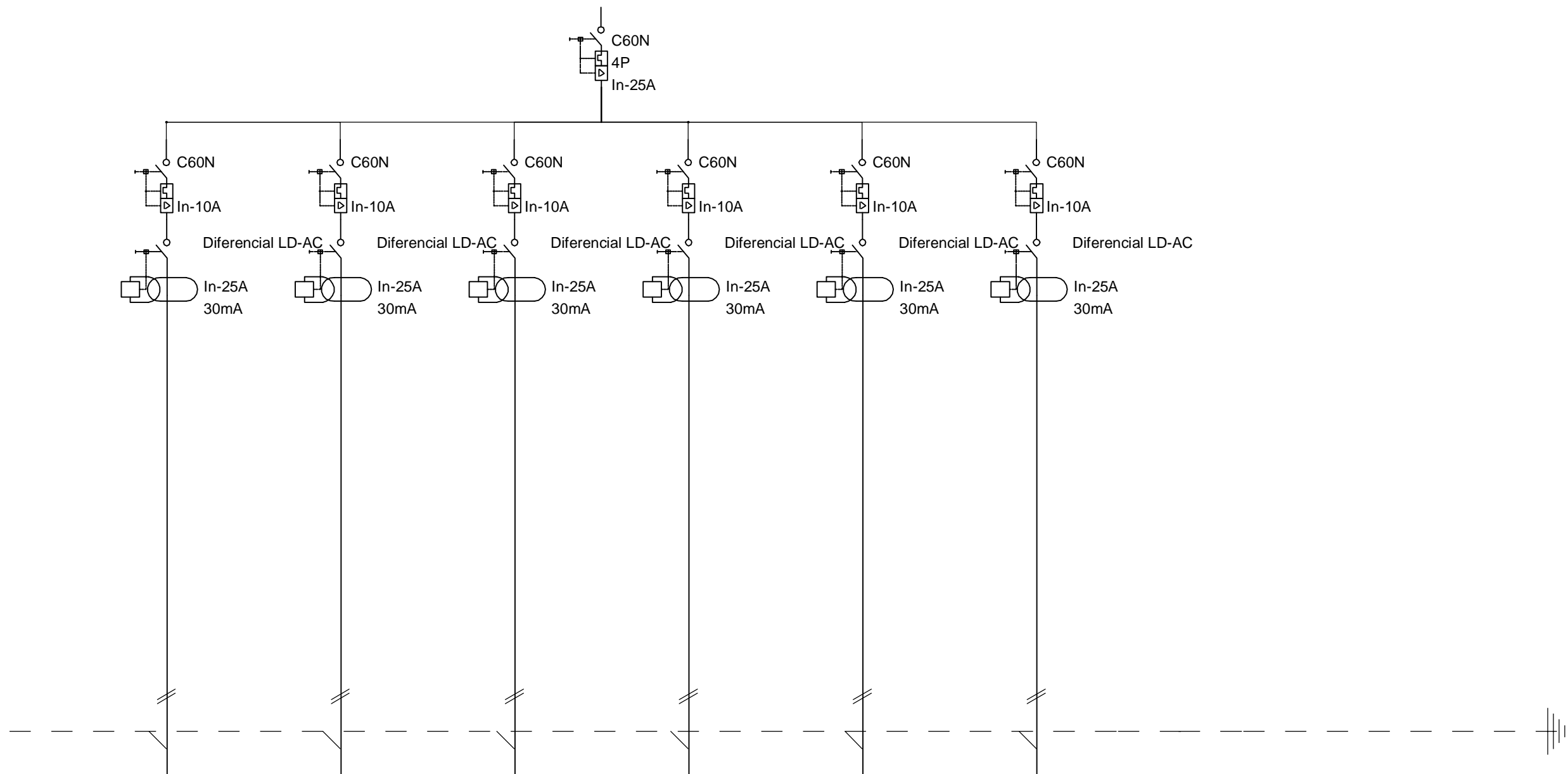
INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
F+N

INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



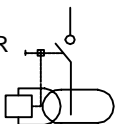
## Cuadro secundario prioritario 12

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.12		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

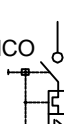


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CSS.P.1 SF 1	CSS.P.1 SF 2	CSS.P.1 SF 3	CSS.P.1 SF 4	CSS.P.1 SF 5	CSS.P.1 SF 6
MARCADO BORNAS	CSS.P.1 SF 1	CSS.P.1 SF 2	CSS.P.1 SF 3	CSS.P.1 SF 4	CSS.P.1 SF 5	CSS.P.1 SF 6
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO SALA DE FITNESS 3.1	ALUMBRADO SALA DE FITNESS 3.2	ALUMBRADO SALA DE FITNESS 3.3	ALUMBRADO SALA DE FITNESS 4.1	ALUMBRADO SALA DE FITNESS 4.2	ALUMBRADO SALA DE FITNESS 4.3
POTENCIA KW	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	15,8	18,7	21,6	18,8	21,7	24,7
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

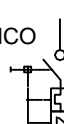
LEYENDA :  
INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
F+N



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



# CUADRO SECUNDARIO SECUNDARIO PRIORITARIO 1

TITULACIÓN

G.INGENIERÍA ELÉCTRICA

PLANO

5.6.13

FECHA

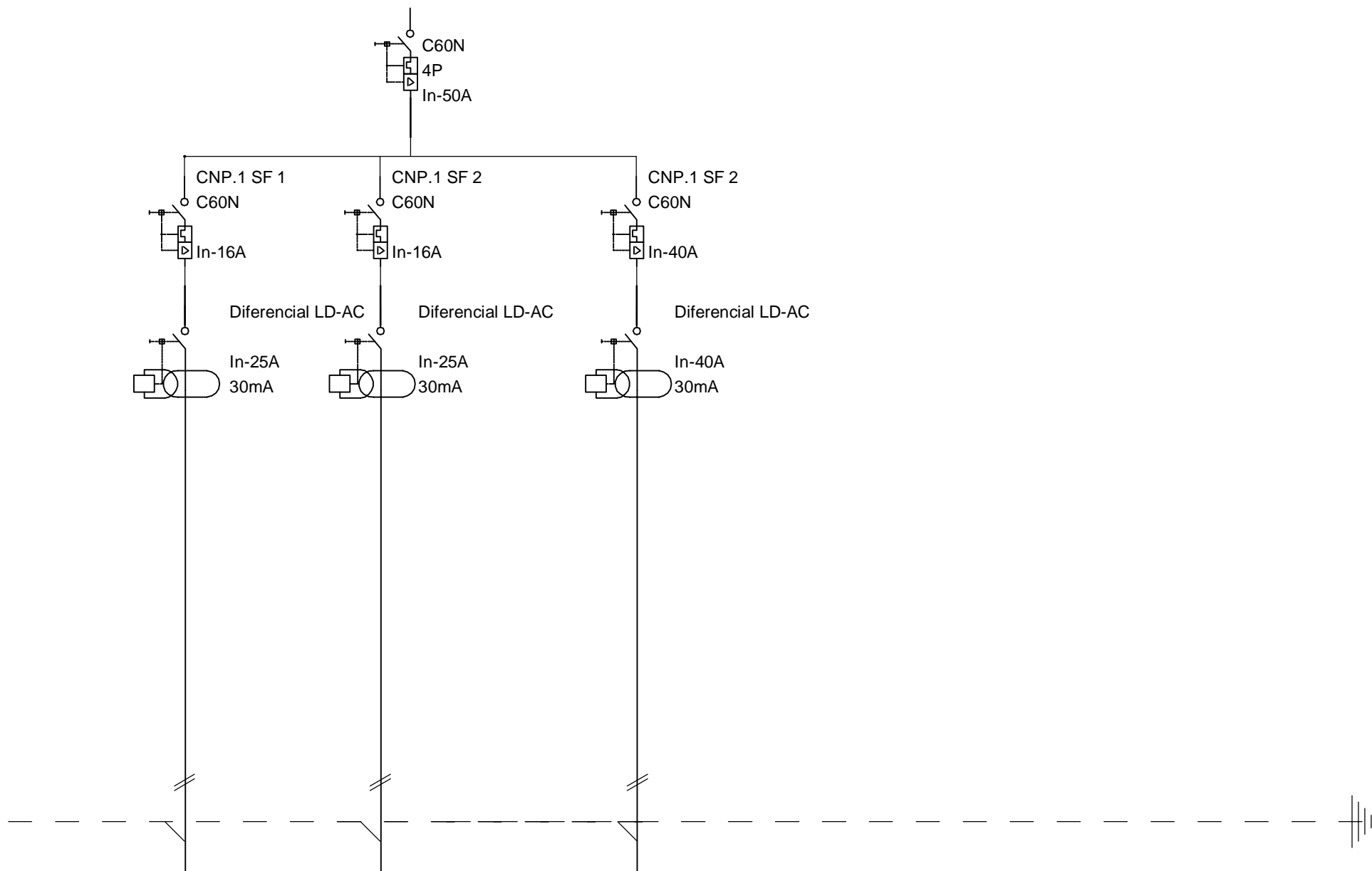
08/04/2014

INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
POLIDEPORTIVO

DIBUJADO

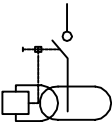
RUBÉN ORMERO BONILLA





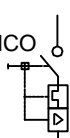
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.1 SF 1	CS.NP.1 SF 2	CSS.NP.1 SF 1
MARCADO BORNAS	CS.NP.1 SF 1	CS.NP.1 SF 2	CSS.NP.1 SF 1
DESCRIPCIÓN	T. . CORRIENTE SALA FITNESS 1	T. CORRIENTE SALA FITNESS 2	CUADRO SECUNDARIO- SECUNDARIO NO PRIORITARIO 1
POTENCIA KW	2,36	2,36	4,71
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	10,3	21,1	37
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x6+1x6)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K(AS)	H07Z1-K(AS)	RZ1K-(AS)

LEYENDA:  
INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
F+N

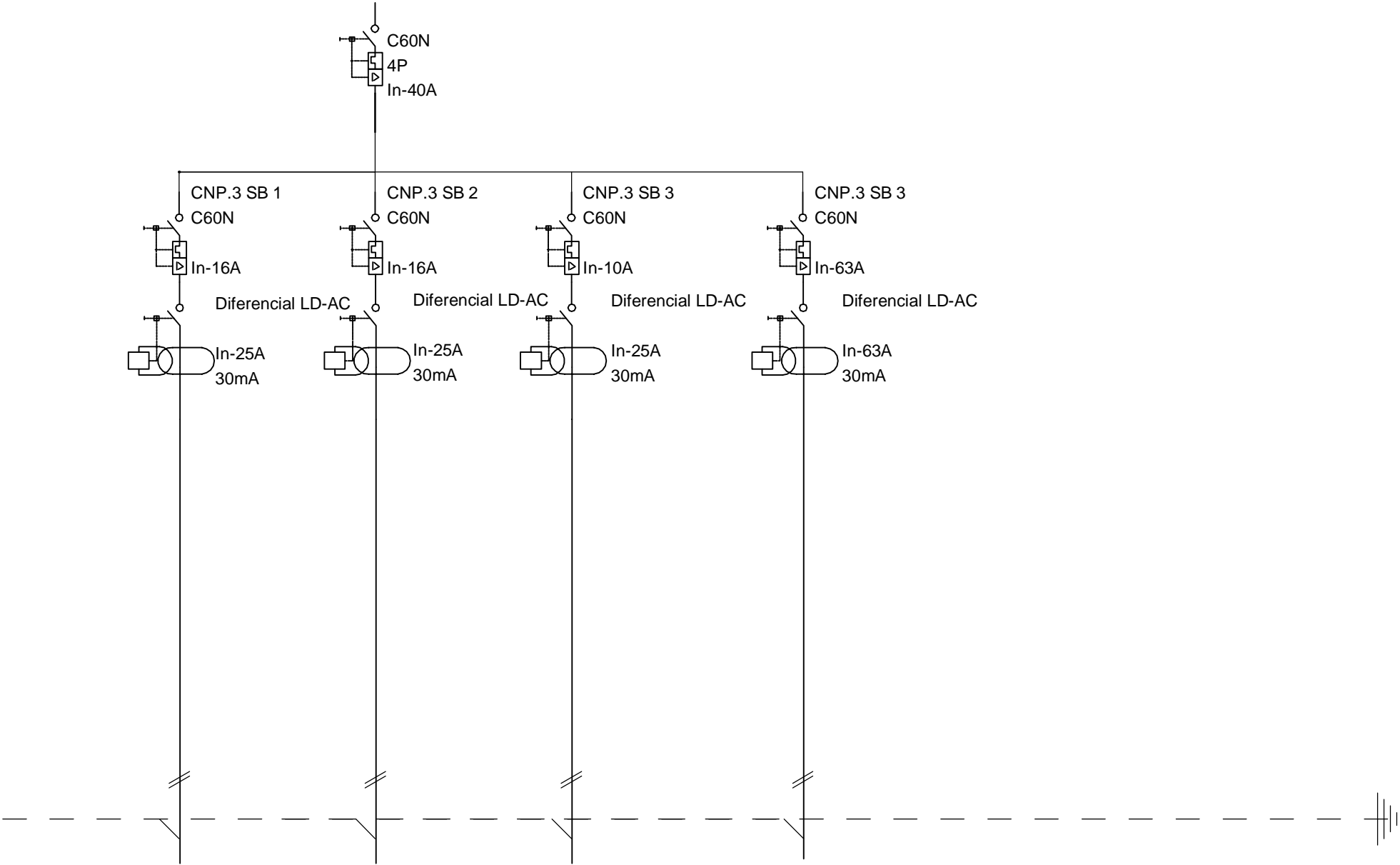
INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



Cuadro secundario no prioritario 1

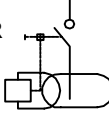
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.15		
FECHA	07/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA




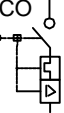


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.2 SB 1	CS.NP.2 SB 2	CS.NP.2 SB 3	CSS.NP.2 SB
MARCADO BORNAS	CS.NP.2 SB 1	CS.NP.2 SB 2	CS.NP.2 SB 3	CSS.NP.2 SB
DESCRIPCIÓN	T. CORRIENTE SALA BAILE1	T. CORRIENTE SALA BAILE 2	ALUBMRADO CUARTO DE BAÑO 6	CUADRO SECUNDARIO- SECUNDARIO NO PRIORITARIO 2
POTENCIA KW	2,36	2,36	0,0101	5,7
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	5,12	5,03	14,4	42
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x10+1x10)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	RZ1K- (AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

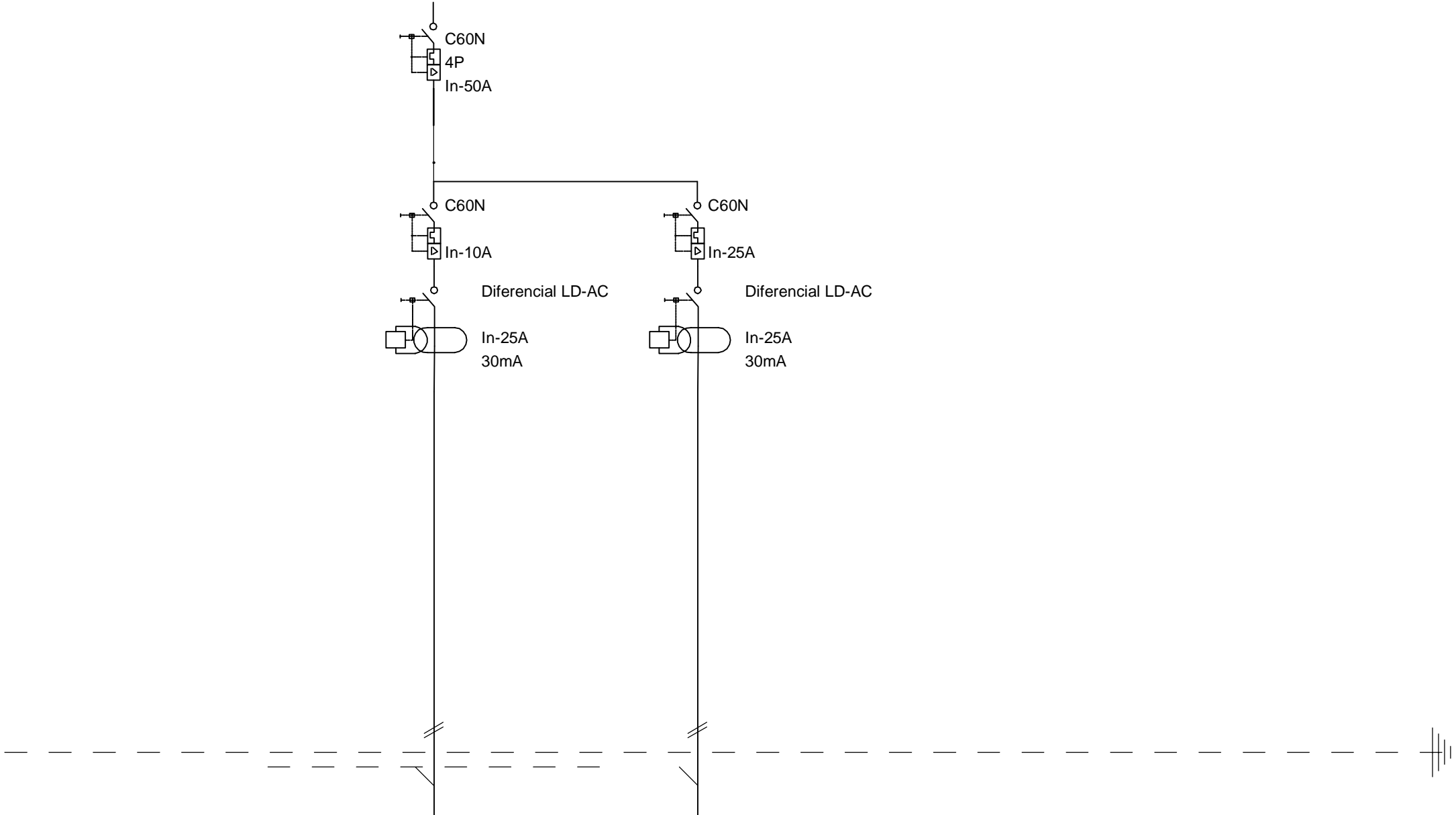
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



# Cuadro secundario no prioritario 2

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.16		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RIURÉN ORMFRO RONII A



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.3 PIS 1	CSS.NP.3 PIS
MARCADO BORNAS	CS.NP.3 PIS 1	CSS.NP.3 PIS
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO CUARTO DE BAÑO 5	ALUMBRADO CUARTO DE BAÑO 6.2
POTENCIA KW	0,01	0,01
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	11,1	27
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x1,5+1x1,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	RZ1-K (AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

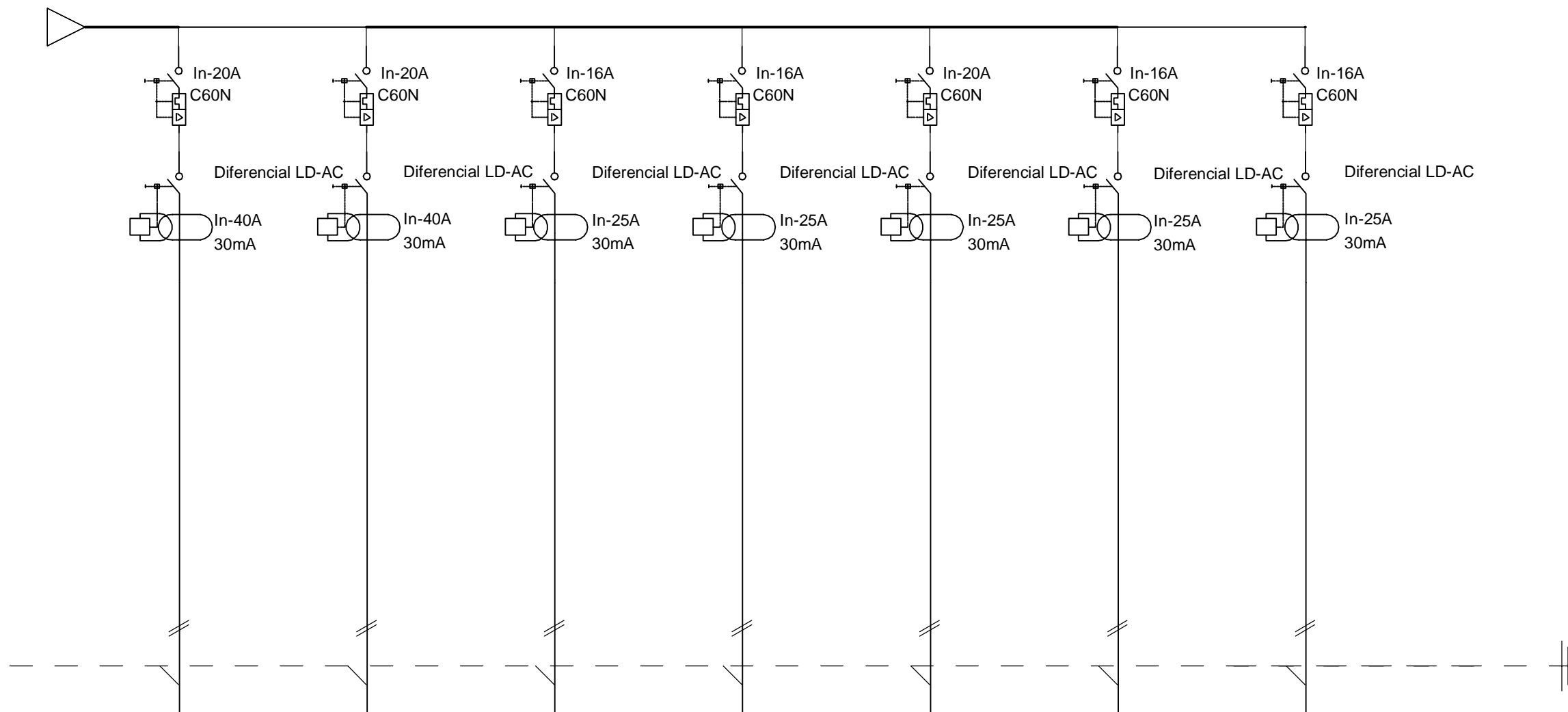
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



Cuadro no prioritario 3

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.17		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

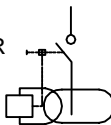




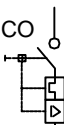
CODIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.5 MUS 10	CS.NP.5 MUS 11	CS.NP.5 MUS 12	CS.NP.5 MUS 13	CS.NP.5 MUS 14	CS.NP.5 MUS 15	CS.NP.5 MUS 16
MARCADO BORNAS	CS.NP.5 MUS 10	CS.NP.5 MUS 11	CS.NP.5 MUS 12	CS.NP.5 MUS 13	CS.NP.5 MUS 14	CS.NP.5 MUS 15	CS.NP.5 MUS 16
DESCRIPCIÓN	T.CORRIENTE SALA MUSCULACIÓN BIBICLETA ESTÁTICA 2	T.CORRIENTE SALA MUSCULACIÓN BIBICLETA ESTÁTICA 3	SALA MUSCULACIÓN EQUIPO DE TV 1	SALA MUSCULACIÓN EQUIPO DE TV 2	T.CORRIENTE SALA MUSCULACIÓN BIBICLETA ESTÁTICA 4	ALUMBRADO CUARTO DE BAÑO 3	ALUMBRADO CUARTO DE BAÑO 4
POTENCIA KW	1,92	1,92	0,48	0,48	1,92	0,01	0,007
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	46	46,1	42,4	40,2	48	16,2	16,1
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

LEYENDA:

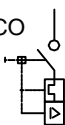
INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
BIPOLAR  
F+N



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



## Cuadro secundario no prioritairio 5 (2)

TITULACIÓN

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
POLIDEPORTIVO

PLANO

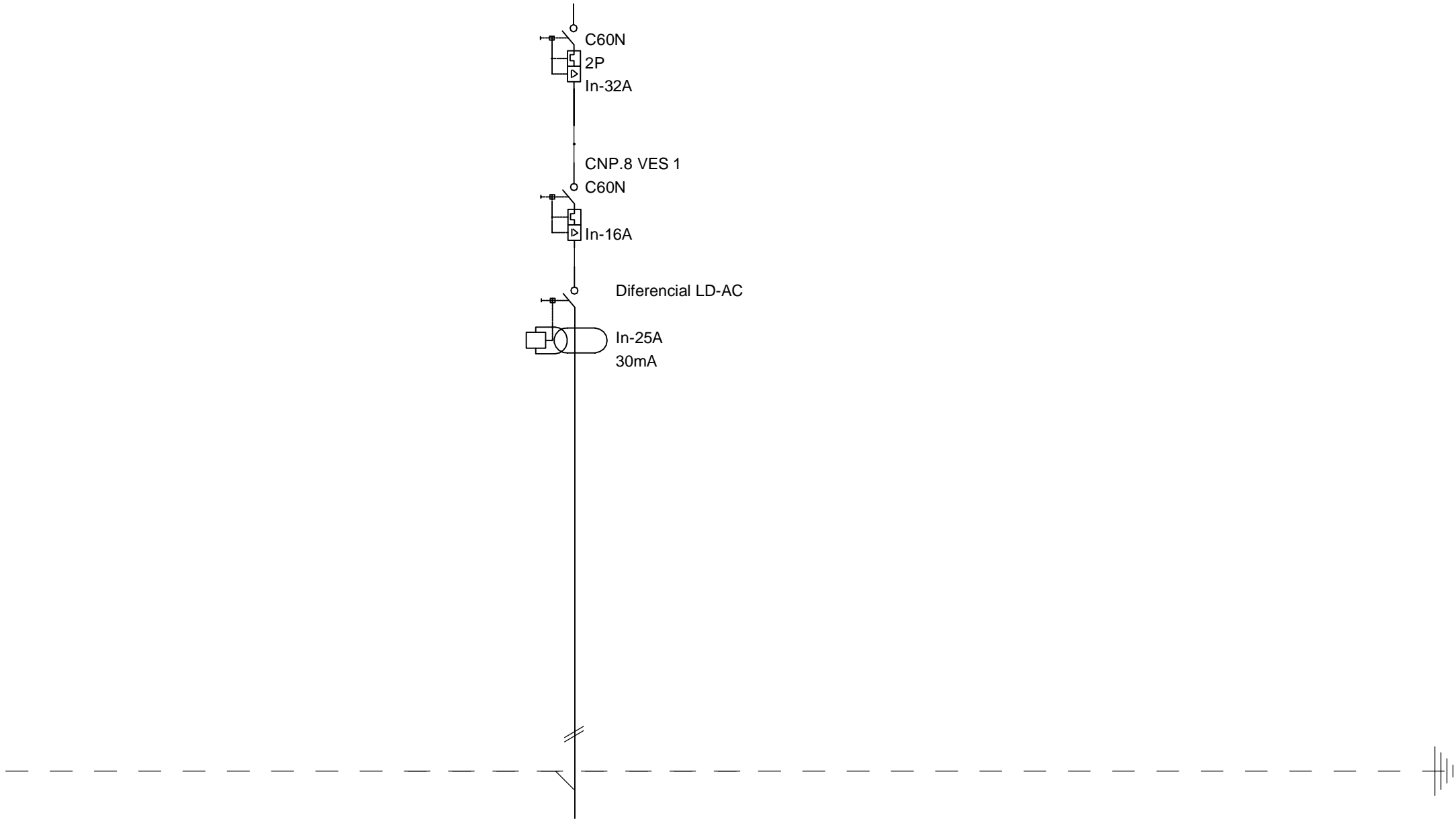
5.6.19

FECHA

08/04/2014

DIBUJADO

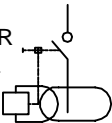
RUBÉN ORMERO BONILLA



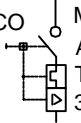
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.6 VES 1
MARCADO BORNAS	CS.NP.6 VES 1
DESCRIPCIÓN	PC HALL DE ENTRADA
POTENCIA KW	0,8
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	21,8
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)

LEYENDA:

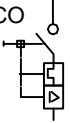
INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
F+N

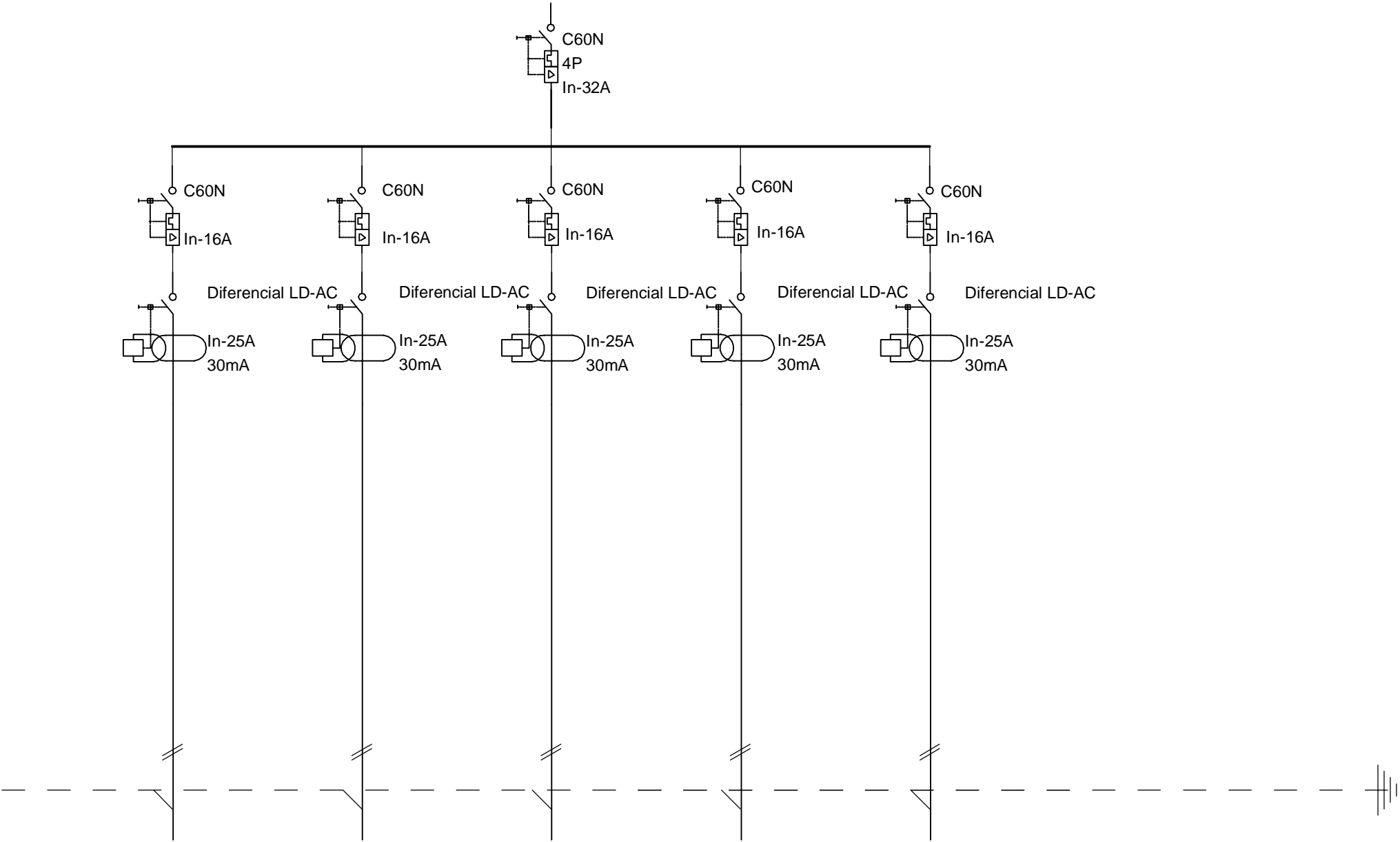


INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



## Cuadro secundario no prioritario 6

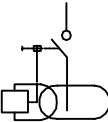
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.20		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.7 DES 1	CS.NP.7 DES 2	CS.NP.7 DES 3	CS.NP.7 DES 4	CS.NP.7 DES 5
MARCADO BORNAS	CS.NP.7 DES 1	CS.NP.7 DES 2	CS.NP.7 DES 3	CS.NP.7 DES 4	CS.NP.7 DES 5
DESCRIPCIÓN	TOMAS DESPACHO TIPO 1	TOMAS DESPACHO TIPO 2.1	TOMAS DESPACHO TIPO 2.2	T. CORRIENTE SALA DE REUNIONES	T. CORRIENTE DESPACHO TIPO 1
POTENCIA KW	0,32	1,28	0,96	0,33	0,33
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	13,9	22,6	29	11,9	17,4
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
BIPOLAR  
F+N



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



# Cuadro secundario no prioritario

7

TITULACIÓN

G. INGENIERÍA ELÉCTRICA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
POLIDEPORTIVO

PLANO

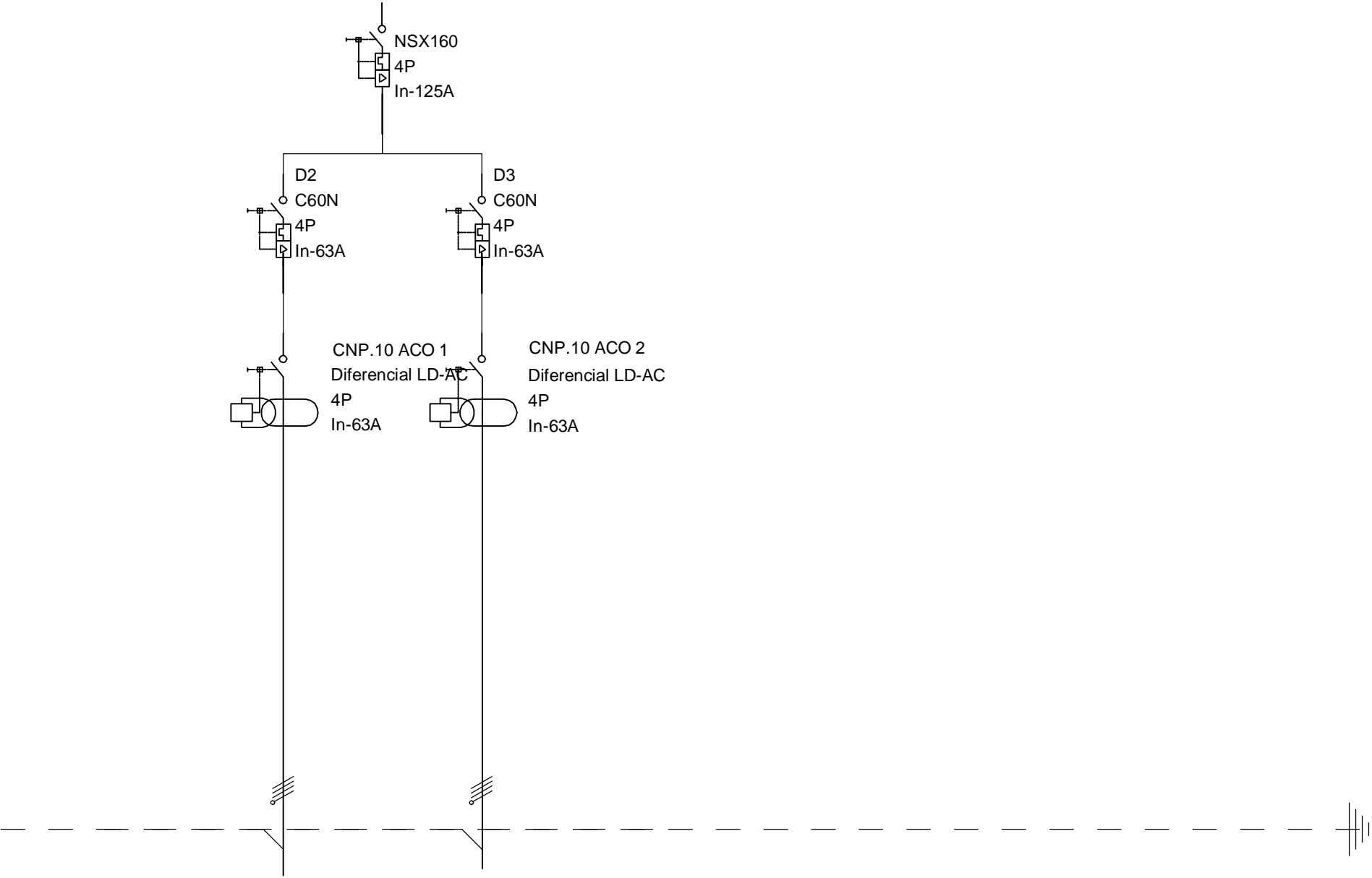
5.6.21

FECHA

08/04/2014

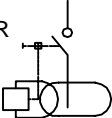
DIBUJADO

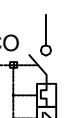
RUBÉN ORMERO BONILLA

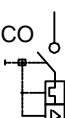


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.8 ACO 1	CS.NP.8 ACO 2
MARCADO BORNAS	CS.NP.8 ACO 1	CS.NP.8 ACO 2
DESCRIPCIÓN	TORRE DE REFRIGERACIÓN 1	TORRE DE REFRIGERACIÓN 2
POTENCIA KW	31,25	31,25
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	10,6	10,6
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(3x6+1x6)MM2	(3x6+1x6)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

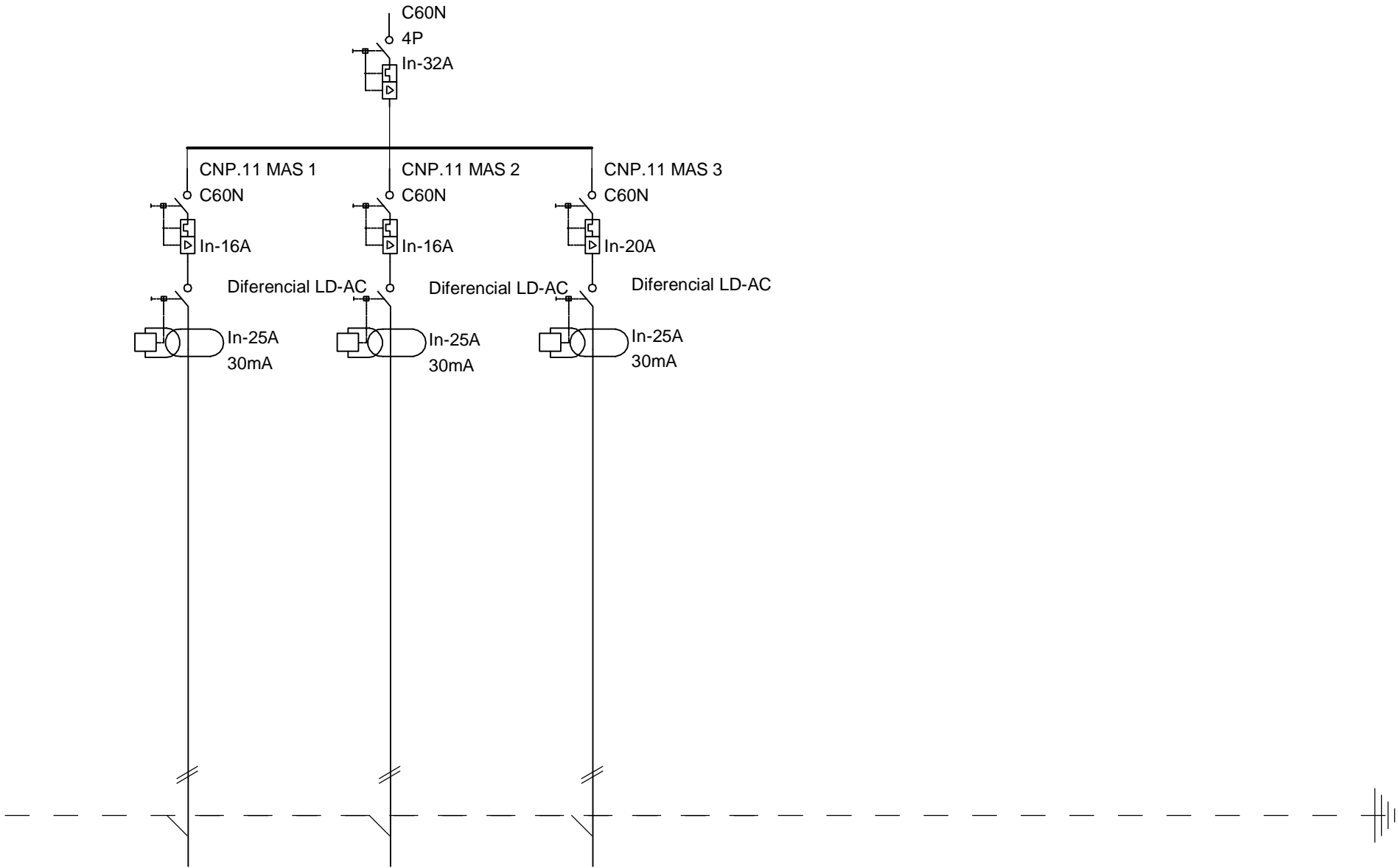
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



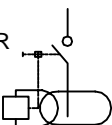
Cuadro secundario no prioritario 8

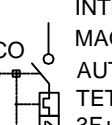
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓON ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.22		
FECHA	09/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

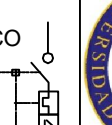


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.9 MAS 1	CS.NP.9 MAS 2	CS.NP.9 MAS 3
MARCADO BORNAS	CS.NP.9 MAS 1	CS.NP.9 MAS 2	CS.NP.9 MAS 3
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO CUARTO DE BAÑO 2	ALUMBRADO CUARTO DE BAÑO 7	T. CORRIENTE SALA DE MARQUINARIA
POTENCIA KW	0,01	0,007	3,68
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	6,59	4,58	9,78
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x4+1x4)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

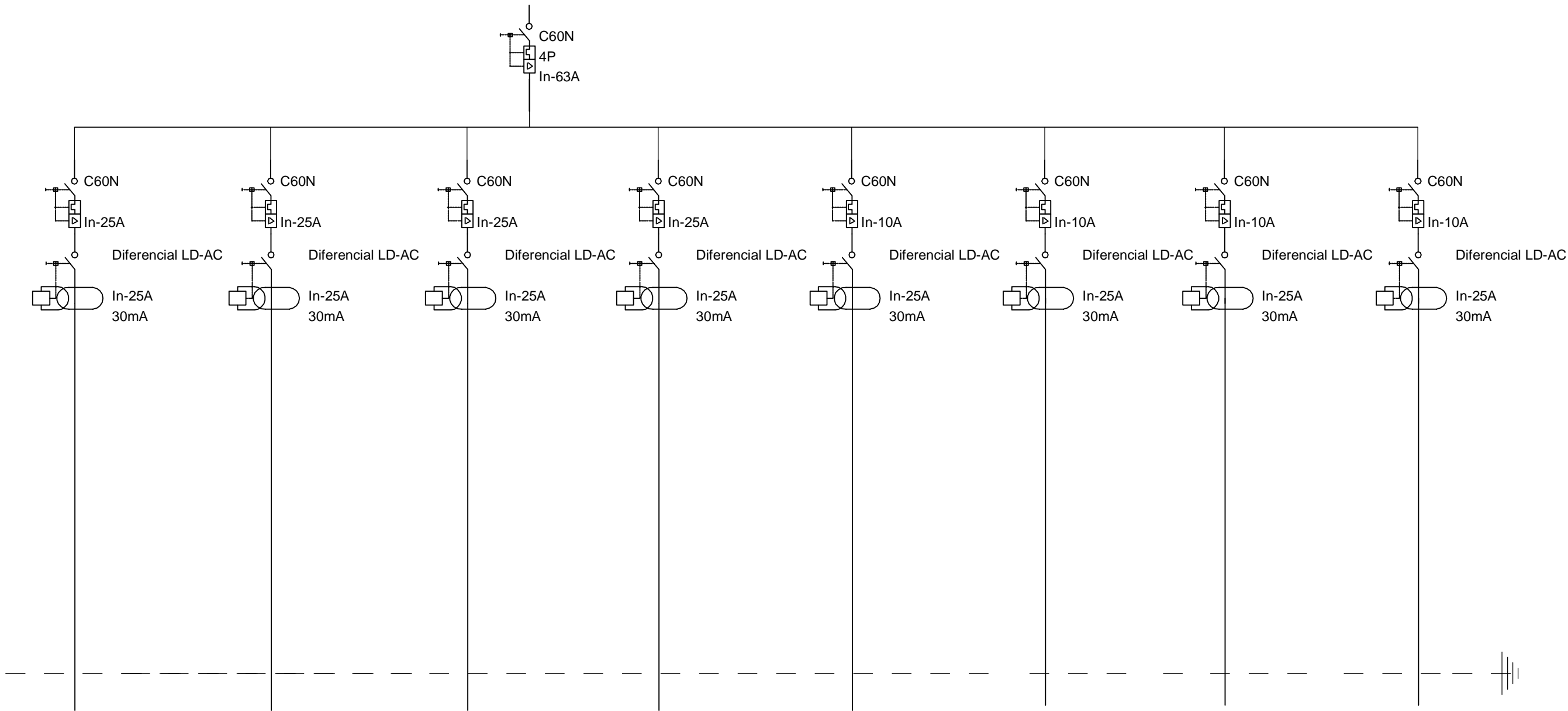
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



Cuadro secundario no prioritario 9

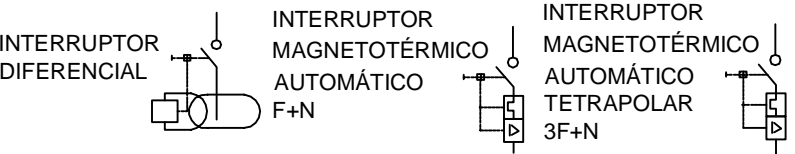
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.23		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA





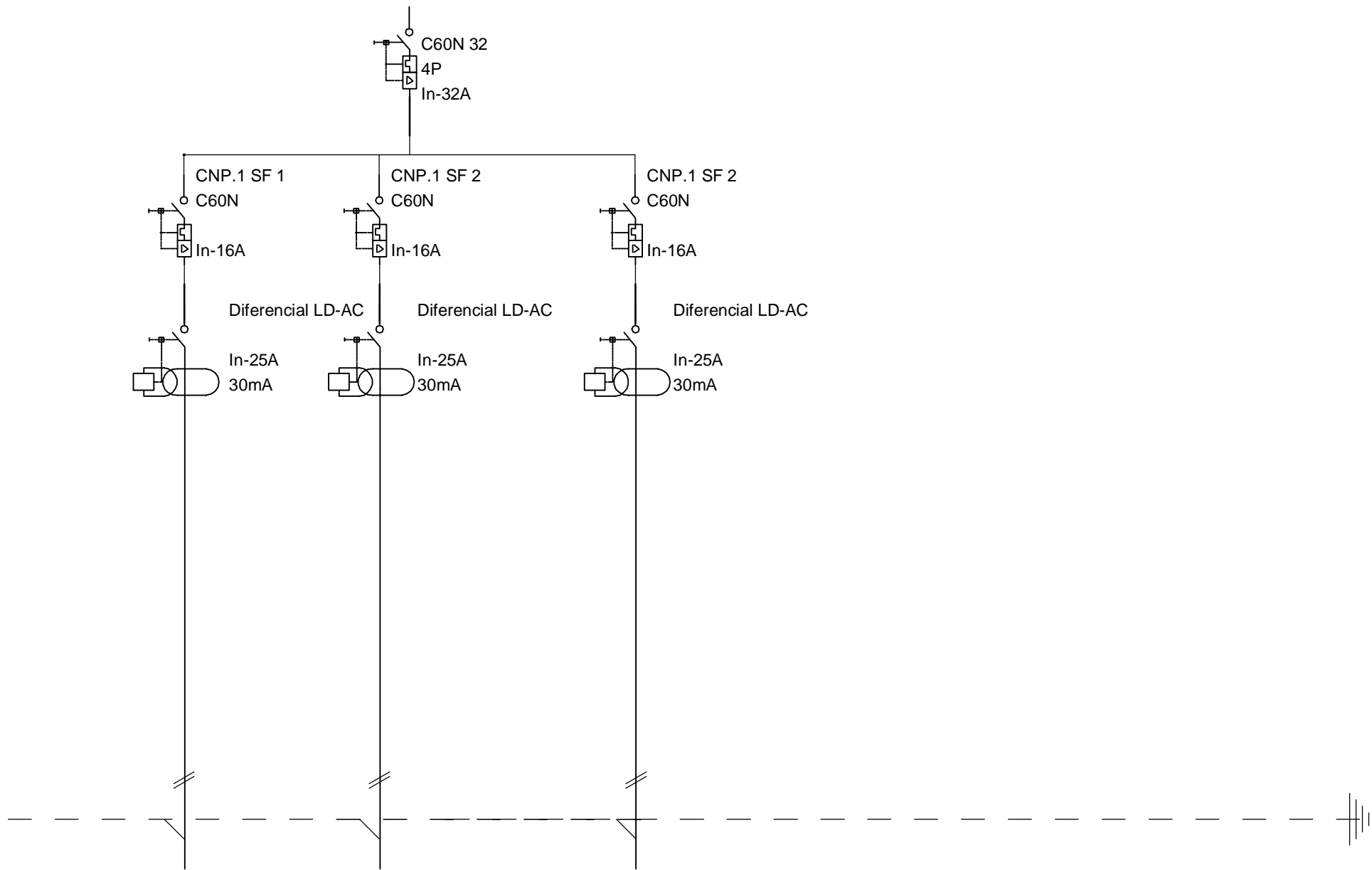
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.10 EXT 1	CS.NP.10 EXT 2	CS.NP.10 EXT 3	CS.NP.10 EXT 4	CS.NP.10 EXT 5	CS.NP.10 EXT 6	CS.NP.10 EXT 7	CS.NP.10 EXT 8
MARCADO BORNAS	CS.NP.10 EXT 1	CS.NP.10 EXT 2	CS.NP.10 EXT 3	CS.NP.10 EXT 4	CS.NP.10 EXT 5	CS.NP.10 EXT 6	CS.NP.10 EXT 7	CS.NP.10 EXT 8
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO EXTERIOR PISCINAS 1	ALUMBRADO EXTERIOR PISCINAS 2	ALUMBRADO EXTERIOR PISCINAS 3	ALUMBRADO EXTERIOR PISCINAS 4	BOMBAS Y EQUIPAMIENTO PISCINAS 1	BOMBAS Y EQUIPAMIENTO PISCINAS 2	BOMBAS Y EQUIPAMIENTO PISCINAS 3	BOMBAS Y EQUIPAMIENTO PISCINAS 4
POTENCIA KW	4,8	4,8	4,8	4,8	2,24	2,24	2,24	2,24
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	37,79	53,26	65,84	76,8	38,9	38,9	38,9	38,9
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(3x6+1x6)MM2	(3x6+1x6)MM2	(3x6+1x6)MM2	(3x6+1x6)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	RZ1-K (AS)	RZ1-K (AS)	RZ1-K (AS)	RZ1-K (AS)	RZ1-K (AS)	RZ1-K (AS)	RZ1-K (AS)	RZ1-K (AS)

LEYENDA:



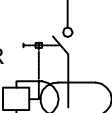
# Cuadro secundario no prioritario 10

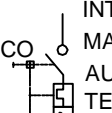
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.24		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

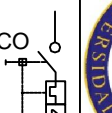


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.11 SAL1	CS.NP.11 SAL2	CS.NP.11 SAL3
MARCADO BORNAS	CS.NP.11 SAL1	CS.NP.11 SAL2	CS.NP.11 SAL3
DESCRIPCIÓN	TOMA SALA 1	TOMA SALA 2	TOMAS ALMACÉN
POTENCIA KW	0,33	0,33	0,33
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	7,31	3,98	5,64
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K(AS)	H07Z1-K(AS)	H07Z1-K(AS)

LEYENDA:

  
INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL

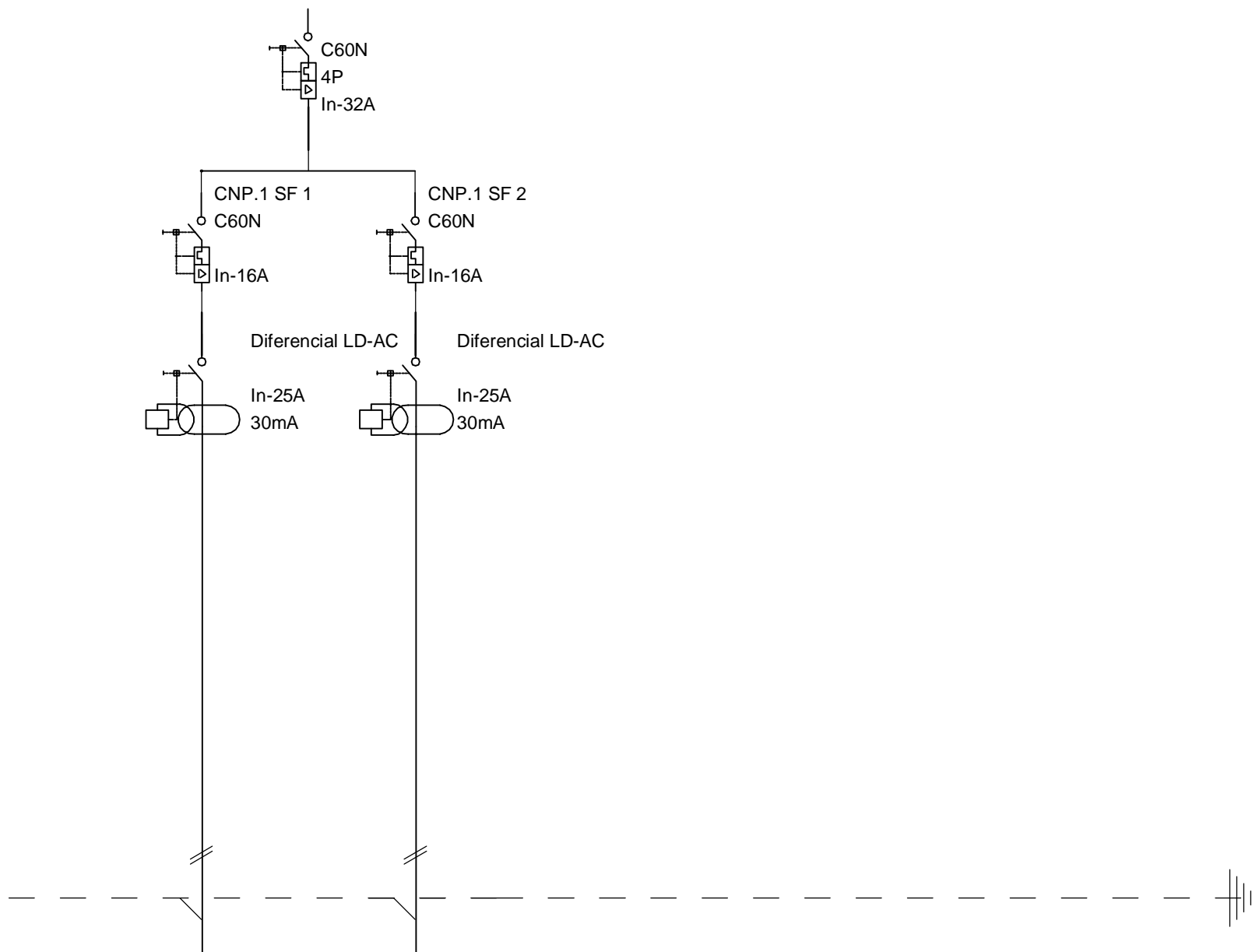
  
INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
F+N

  
INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



# Cuadro secundario no prioritario 11

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.25		
FECHA	07/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.12 SALON 1	CS.NP.12 SALON 2
MARCADO BORNAS	CS.NP.12 SALON 1	CS.NP.12 SALON 2
DESCRIPCIÓN	TOMAS SALÓN	TOMAS AULA
POTENCIA KW	0,33	0,33
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	19,56	19,62
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K(AS)	H07Z1-K(AS)

LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

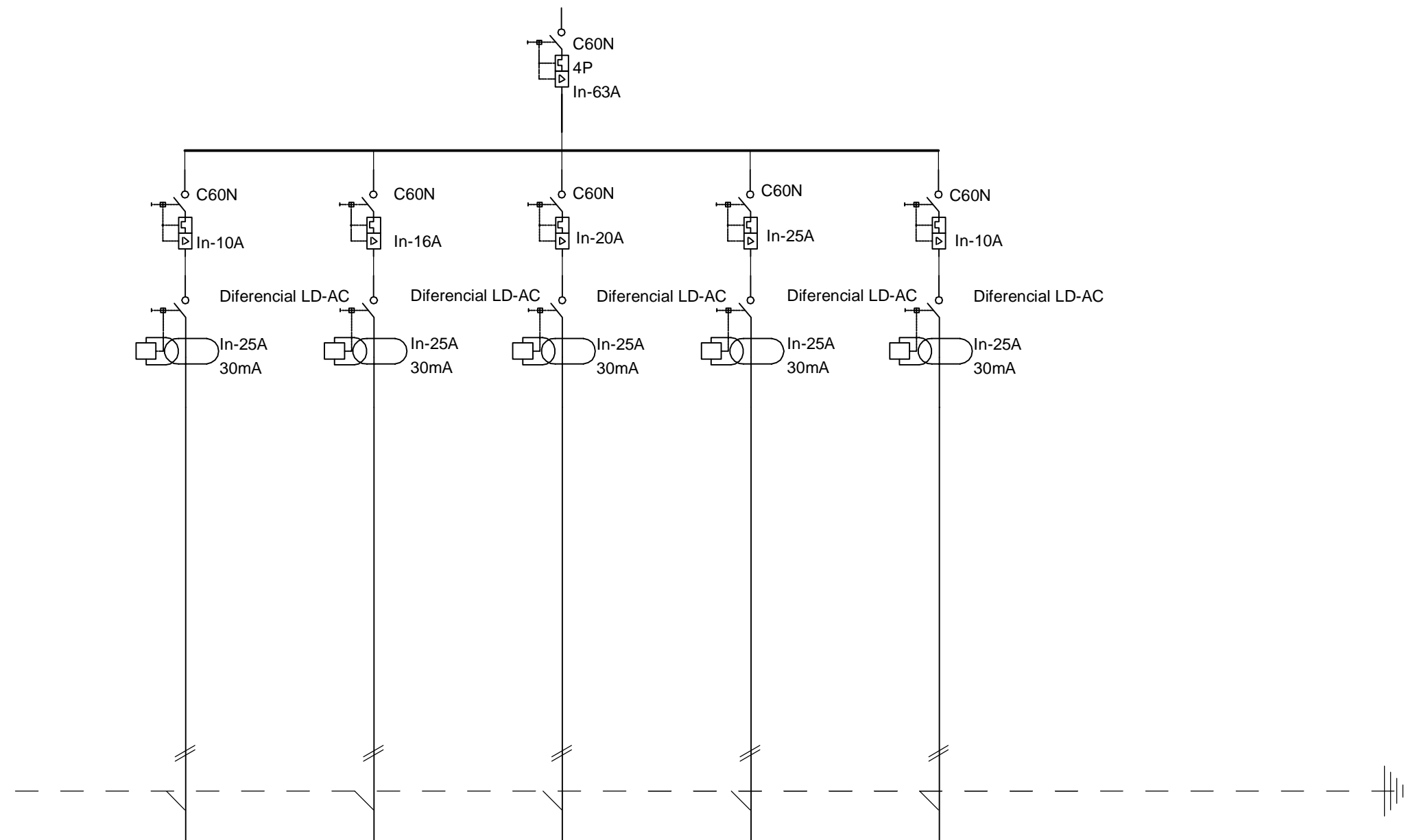
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



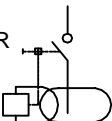
## Cuadro secundario no prioritario 12

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.26		
FECHA	07/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

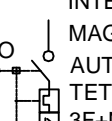


CODIGO DE IDENTIFICACIÓN	CS.NP.13 CAF 1	CS.NP.13 CAF 2	CS.NP.13 CAF 3	CS.NP.13 CAF 4	CS.NP.13 CAF 5
MARCADO BORNAS	CS.NP.13 CAF 1	CS.NP.13 CAF 2	CS.NP.13 CAF 3	CS.NP.13 CAF 4	CS.NP.13 CAF 5
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO CAFETERÍA	CIRCUITO FRIGORÍFICO	CIRCUITO TERMO Y LAVAVAJILLAS	CIRCUITO HORNO Y COCINA	ALUMBRADO BAÑOS 8
POTENCIA KW	0,28	2,21	4,42	2,59	0,0044
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	6,13	8,04	8,04	4,14	18,33
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x4+1x4)MM2	(2x6+1x6)MM2	(2x1,5+1x1,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

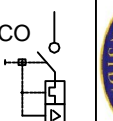
LEYENDA:



INTERRUPTOR DIFERENCIAL



INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

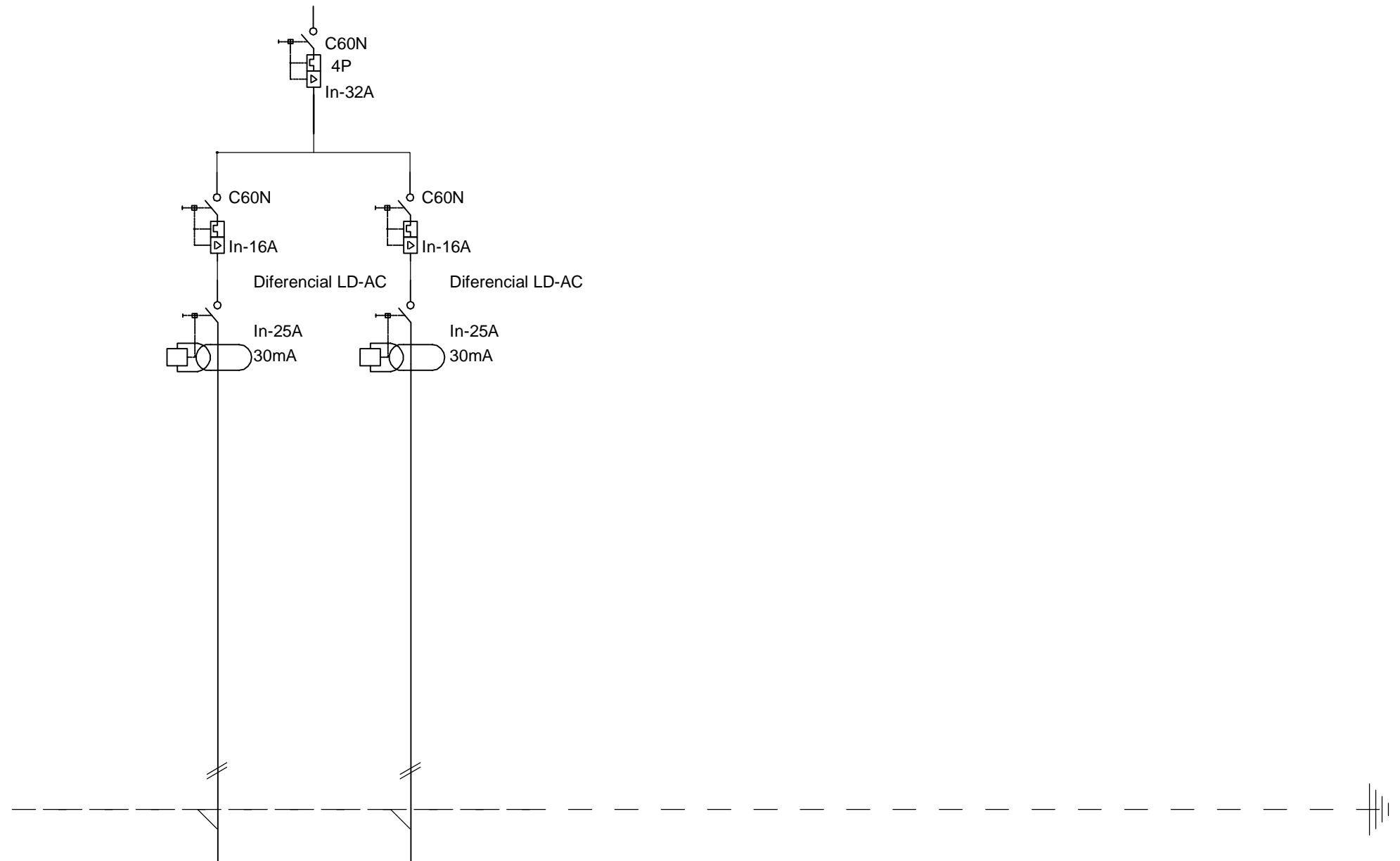


INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



# Cuadro secundario no prioritario 13

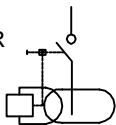
TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.27		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RIIBÉN ORMFRO BONII A



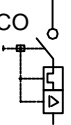
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CSS.NP.1 SF 1	CSS.NP.1 SF 2
MARCADO BORNAS	CSS.NP.1 SF 1	CSS.NP.1 SF 2
DESCRIPCIÓN	T. CORRIENTE SALA FITNESS 3	T. CORRIENTE SALA FITNESS 4
POTENCIA KW	2,36	2,36
LONGITUD DE CONDUCTOR	19,8	24,7
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

LEYENDA:

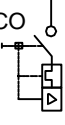
INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
BIPOLAR  
F+N



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



CUADRO SECUNDARIO-  
SECUNDARIO NO PRIORITARIO 1

TITULACIÓN

G.INGENIERÍA ELÉCTRICA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
POLIDEPORTIVO

PLANO

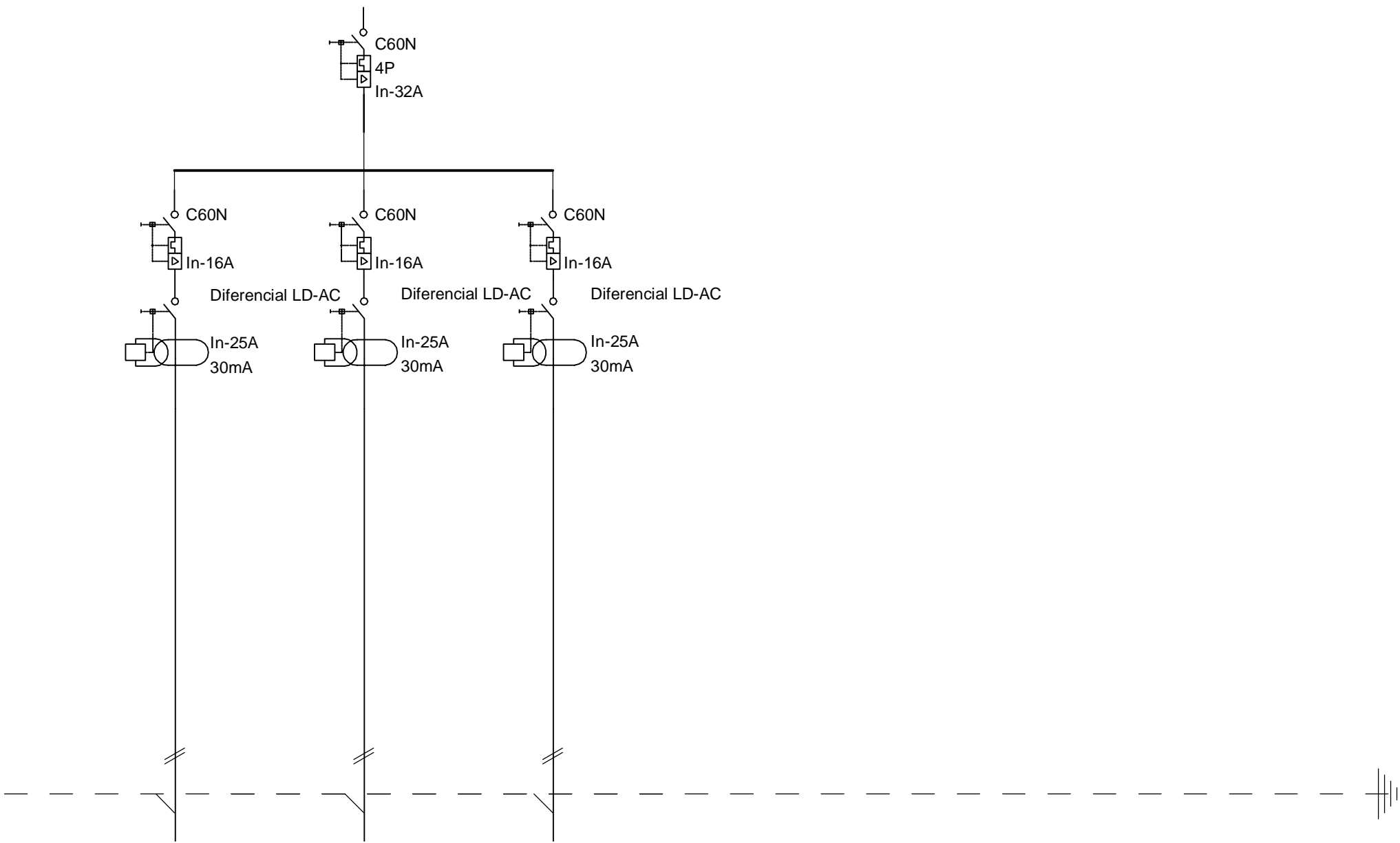
5.6.28

FECHA

08/04/2014

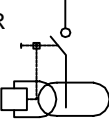
DIBUJADO

RUBÉN ORMERO BONILLA

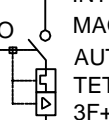


CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CSS.NP.2 SM 1	CSS.NP.2 SM 2	CS.NP.2 SM 3
MARCADO BORNAS	CSS.NP.2 SM 1	CSS.NP.2 SM 2	CS.NP.2 SM 3
DESCRIPCIÓN	MÁQUINAS SAUNAS TIPO 1	MÁQUINAS SAUNAS TIPO 2	T. CORRIENTE SALA MULTIUSOS
POTENCIA KW	6	6	2,12
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	10,2	5,39	16,7
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2	(2x2,5+1x2,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)	H07Z1-K (AS)

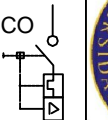
LEYENDA:



INTERRUPTOR  
DIFERENCIAL



INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
BIPOLAR  
F+N

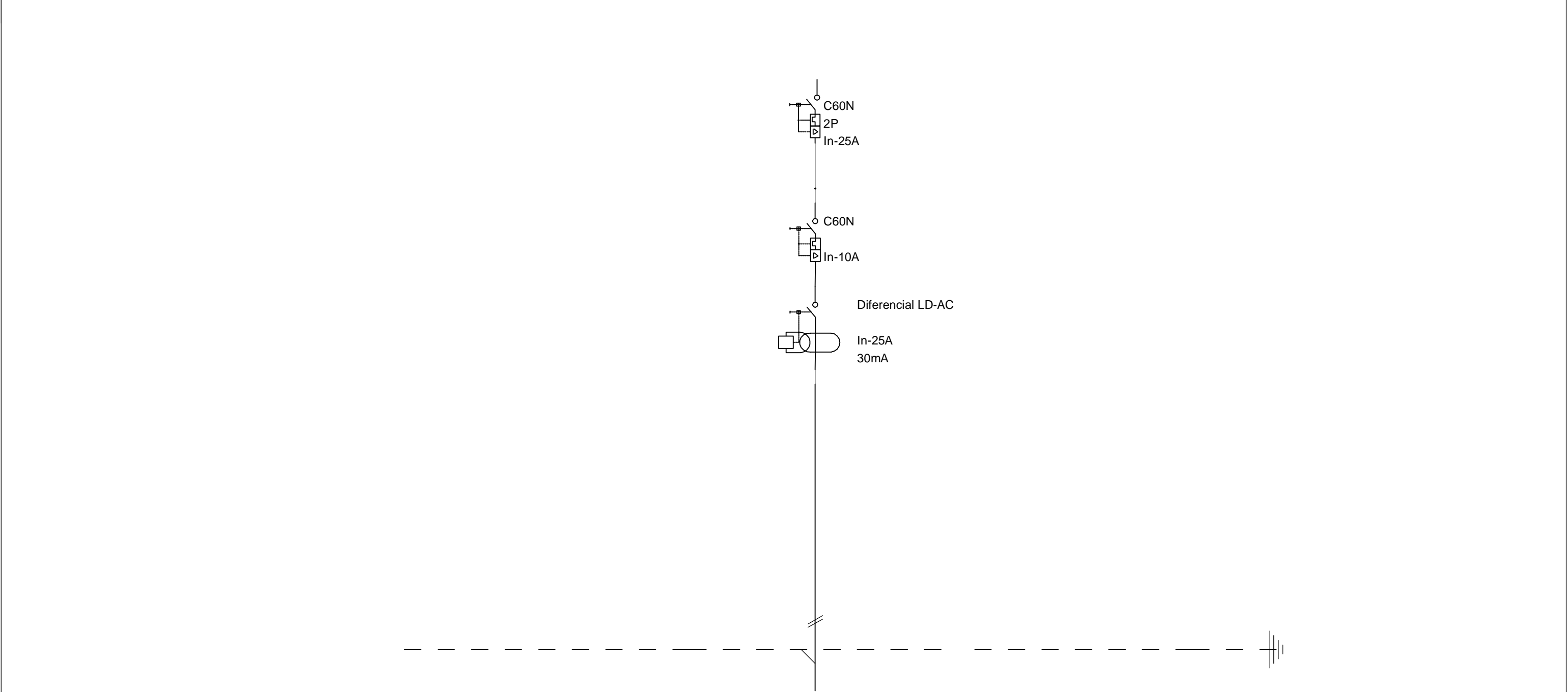


INTERRUPTOR  
MAGNETOTÉRMICO  
AUTOMÁTICO  
TETRAPOLAR  
3F+N



# Cuadro secundario-secundario no prioritario 2

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.29		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	CSS.NP.3 BAÑ 6.2
MARCADO BORNAS	CSS.NP.3 BAÑ 6.2
DESCRIPCIÓN	ALUMBRADO CUARTO DE BAÑO 6
POTENCIA KW	0,02
LONGITUD DE CONDUCTOR (M)	4,18
SECCIÓN DE CONDUCTOR	(2x1,5+1x1,5)MM2
TIPO DE CONDUCTOR	H07Z1-K (AS)

LEYENDA:

 INTERRUPTOR DIFERENCIAL

 INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO F+N

 INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AUTOMÁTICO TETRAPOLAR 3F+N



Cuadro secundario-secundario

no prioritario 3

TITULACIÓN	G. INGENIERÍA ELÉCTRICA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO	
PLANO	5.6.30		
FECHA	08/04/2014	DIBUJADO	RUBÉN ORMERO BONILLA

## CONCLUSIONES

El punto de partida para la realización del presente trabajo de diseño ha sido poner en práctica los diferentes conocimientos adquiridos en diferentes materias de estudio, a lo largo de la vida académica en la universidad. Materias que me han permitido obtener una visión crítica y argumentada a la hora de realizar las distintas fases del proyecto.

Otro objetivo era poder aplicar los conocimientos adquiridos al proceso de cálculo de cada equipo eléctrico. Equipos y elementos conductores, protecciones de diversa índole, sistemas de alimentación complementarios, etc. Obtener competencias en temas desconocidos sirviéndome de la investigación de un gran número de normativas. Disposiciones tanto a nivel nacional de obligada ejecución y a nivel interno de compañía eléctrica.

Al comenzar el desglose de fases para la realización del trabajo se planteó la posibilidad de alimentar la instalación en Baja Tensión. Idea claramente incorrecta tras realizar el estudio de previsión de cargas a alimentar en los locales que forman parte del centro polideportivo. El análisis de los diferentes tipos de equipos a instalar ha influido de manera decisiva técnica y económicamente en el presupuesto del proyecto.

No obstante, la empresa suministradora (IBERDROLA S.A.U. para el área de localización del edificio) puede plantear la opción de realizar un suministro, previo acuerdo con el cliente, en baja tensión aun cuando se supere el valor máximo estipulado de 50 kW. El coste económico de una instalación de estas características alimentada con una tensión de 400 V sería desorbitado. La compañía distribuidora pudo negarse a adoptar esta solución técnica.

En consecuencia de lo expuesto en el párrafo anterior, la concepción de la conexión a red ha partido de la elaboración y diseño de un centro de transformación. El centro proyectado dispone de la aparamenta necesaria para la gestión del suministro desde el despacho de control de la compañía, y por parte de la empresa gestora del centro. Podrán realizarse actividades de mantenimiento con toda seguridad, sin alterar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico. La compañía eléctrica tendrá acceso informativo a todos los trabajos que puedan realizarse en el centro.

Las decisiones tomadas en cada fase del proyecto han respondido a un orden conceptual muy estricto. En primer lugar ha primado, no solo a la hora de diseñar el centro de transformación si no para la instalación de Baja Tensión, la consumación de todas las especificaciones técnicas requeridas. Todos los materiales elegidos cumplen con las exigencias mínimas solicitadas ya sea por clase de material, grado de protección o nivel de aislamiento.



En segundo lugar se ha tenido en cuenta que la instalación eléctrica en su conjunto fuese capaz de aportar un máximo nivel de seguridad, no solo ante el riesgo eléctrico para trabajadores y clientes que acudan al recinto, sino también que ofrezca la máxima seguridad ante fallos de suministro. Consecuentemente ha sido dimensionado un grupo electrógeno para alimentación auxiliar. Los resultados de diseño del grupo electrógeno especifican las características mínimas a cumplir por el grupo en cuestión.

En tercer lugar ajustar al máximo posible el coste económico global, analizando área por área del recinto. El proceso de selección de materiales y adopción de soluciones ha variado constantemente conforme avanzaba el trabajo. Las soluciones técnicas han dependido de las características inherentes de cada enclave. Una vez analizada cada estancia se ha procedido a realizar un ajuste económico técnicamente viable. Un proceso de reinversión múltiple para poder estudiar todas las alternativas posibles, especialmente en la instalación de Baja Tensión.

Los fabricantes que aparecen mencionados en el documento comercializan productos técnicamente fiables y suficientes según las exigencias marcadas. En cierto modo representan el conjunto eléctrico óptimo según criterio de diseñador. Ahora bien, no implica la imposibilidad de que pudiesen haber sido elegidos diferentes tipos de materiales según diseños alternativos a los realizados.

Ejemplo de ello es la distribución de los cuadros de mando y protección de las estancias. La selectividad ha sido un principio básico para decidir los modelos de aparatos de protección y la ubicación de los mismos. Podría haberse dado el caso de haber realizado diseños alternativos alejándose del principio de selectividad y seguridad de suministro, repercutiendo positivamente en el presupuesto. Sin embargo, la instalación no hubiese garantizado el suministro a todas las estancias en caso de fallo en un punto definido de la red con la suficiente garantía.

Este documento detalla las soluciones capaces de certificar un correcto funcionamiento y empleo del recinto polideportivo, respaldadas por el cumplimiento de las pautas legales de la normativa técnica vigente.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

### 7.1 Normativa:

- [1] Gobierno de España. Real Decreto 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- [2] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. MT 2.00.03. Normas particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión de IBERDROLA.
- [3] UNE-EN 62271-200:2005. Aparataje bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV y Parte 105: alterna Combinaciones interruptor-fusibles de corriente para tensiones asignadas superiores a 1 kV hasta 52 kV.
- [4] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. MT 2.11.03. Proyecto tipo centro de transformación en edificio de otros usos (planta baja y sótano) de IBERDROLA.
- [5] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. MIE-RAT 01. Instrucción técnica complementaria al reglamento de Alta Tensión (Terminología).
- [6] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. MT 2.13.40. Manual técnico de aplicación para procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de Media Tensión para centros de transformación de IBERDROLA.
- [7] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. NI 56.37.01. Norma propia IBERDROLA para cables unipolares XZ1 con conductores de aluminio para redes subterráneas de Baja Tensión de 0,6/1 kV.
- [8] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en base a Real Decreto 842/2002 e Instrucciones técnicas complementarias. ITC-BT 01 a ITC-BT51.
- [9] UNE 61439.:2011.Conjuntos de aparataje de Baja Tensión.
- [10] UNE 21123-4:2004. Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1kV.
- [11] UNE EN 20.460:2004. Instalaciones eléctricas en edificios.
- [12] UNE-EN 60947-1:2011. Aparataje de Baja Tensión. (Interruptores automáticos).
- [13] UNE-EN 61008:2006. Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para usos domésticos y análogos (ID).

- [14] UNE-EN 12464-1:2012. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores
- [15] UNE-EN 12193:2009. Iluminación. Iluminación de instalaciones deportivas.
- [16] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Código Técnico de la Edificación (CTE-HE-03). Documento básico HE-3. Ahorro de Energía.
- [17] UNE 23034:1988. Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- [18] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Código Técnico de la Edificación (CTE SU-8). Documento de Seguridad de Utilización y Accesibilidad.
- [19] UNESA. Recomendaciones para el cálculo de sistemas de puesta a tierra.
- [20] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. MIE-RAT 14. Instrucción técnica complementaria al reglamento de Alta Tensión (Instalaciones eléctricas de interior).
- [21] UNE 23727:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.
- [22] UNE-EN 60529:2001. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- [23] UNE-EN 60.044-1,2:2000. Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
- [24] IEC 60815:2013. Selección y diseño de aislamiento para condiciones de trabajo en condiciones de polución.
- [25] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas.
- [26] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. MIE-RAT 02. Instrucción técnica complementaria al reglamento de Alta Tensión (Normas de obligado cumplimiento y hojas interpretativas).
- [27] Ministerio de Industria, Energía y Turismo MIE-RAT 13. Instrucción técnica complementaria al reglamento de Alta Tensión (Instalaciones de puesta a tierra).

## 7.2 Sitios web:

- *Schneider Electric*, 2014 [consultada en abril 2014]. Disponible en <http://www.schneider-electric.com>.
- *Legrand*, 2014 [consultada en febrero, marzo 2014]. Disponible en <http://www.legrand.es/documentacion>.
- *Philips*, 2014 [consultada en febrero de 2014]. Disponible en <http://www.lighting.philips.es/>.
- *Electra Molins*, 2014 [Consultada en marzo 2014]. Disponible en [http://www.electramolins.es/Formas\\_constructivas.aspx?MenuSup=5](http://www.electramolins.es/Formas_constructivas.aspx?MenuSup=5).
- *Comisión Nacional de Energía*, 2014 [consultada en marzo 2014]. Disponible en <http://www.cne.es/cne/Home>.
- *Ministerio de industria, Energía y Turismo*, 2014 [consulta abril y mayo 2014]. Disponible en <http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/LegislacionNacional>.
- *Caterpillar*, 2014 [consultada en abril 2014]. Disponible en [http://www.cat.com/es\\_ES/products/new/power-systems/electric-power-generation/diesel-generator-sets.html](http://www.cat.com/es_ES/products/new/power-systems/electric-power-generation/diesel-generator-sets.html).
- *Cirprotec*, 2014 [consultada en abril –mayo de 2014]. Disponible en <http://www.cirprotec.com/Lightning>.
- *Ormazabal*, 2014 [consultada en abril –mayo-junio de 2014]. Disponible en <http://www.ormazabal.com/>

## 7.3 Herramientas informáticas:

- Autocad 2007.
- Dialux 4.11.
- Emerlight 2.0.
- Excel [Diseño hojas de cálculo].
- AmiKIT V3.1.
- Rapsody 1.6 .

## **ANEXO 1 ESTUDIOS LUMÍNICOS.**

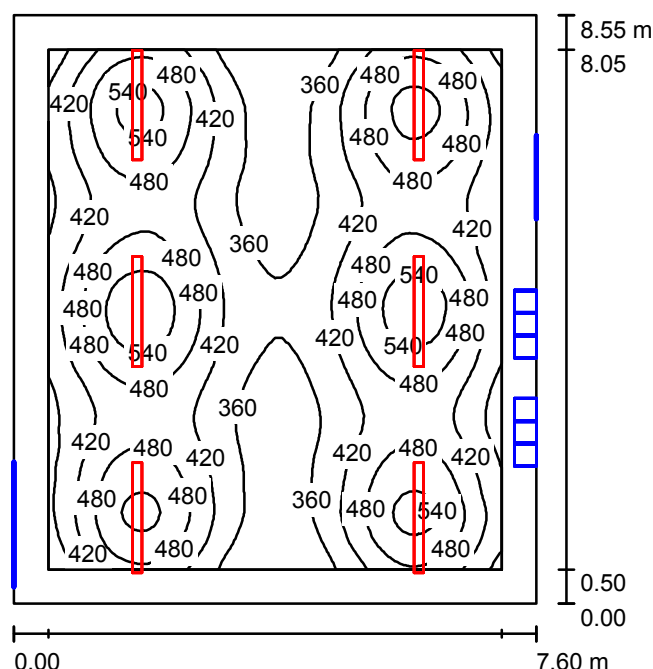
Con objeto de mostrar los resultados de los programas de ejecución empleados para la realización del proyecto, a continuación se muestran los resultados de algunas de las estancias del centro polideportivo.

En primer lugar aparecen los resultados mostrados por la herramienta DIALUX 4.11. La primera hoja de resultados muestra las características del sistema de iluminación diseñado para la estancia en cuestión, detallando los valores de uniformidad e iluminación media del recinto. Aparece en la zona inferior el valor correspondiente a la eficiencia energética obtenida según la disposición de las luminarias. La segunda hoja de resultados refleja el valor real del índice de deslumbramiento para la superficie de trabajo generada para la estancia, no la superficie global y general de toda la estancia de la primera hoja de resultados, a una cierta altura del suelo. La tercera hoja de resultados muestra las características de iluminancia media, uniformidad lumínica y nivel de iluminación media mínima y máxima sobre la superficie de cálculo o trabajo diseñada.

En segundo lugar se muestran las hojas de resultado del programa EMERLIGHT 2.0 para el estudio lumínico del alumbrado de seguridad de cada estancia. Debido a la gran cantidad de estancias del centro polideportivo, se ha procedido a mostrar las mismas estancias que se muestran del programa DIALUX, pudiendo apreciarse los resultados de ambos estudios para una misma estancia.

Proyecto elaborado por RUBÉN ORMERO BONILLA  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## SALA DE FITNESS 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:110

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	436	305	581	0.700
Suelo	20	347	71	424	0.205
Techo	70	128	81	364	0.630
Paredes (4)	50	244	23	474	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.500 m

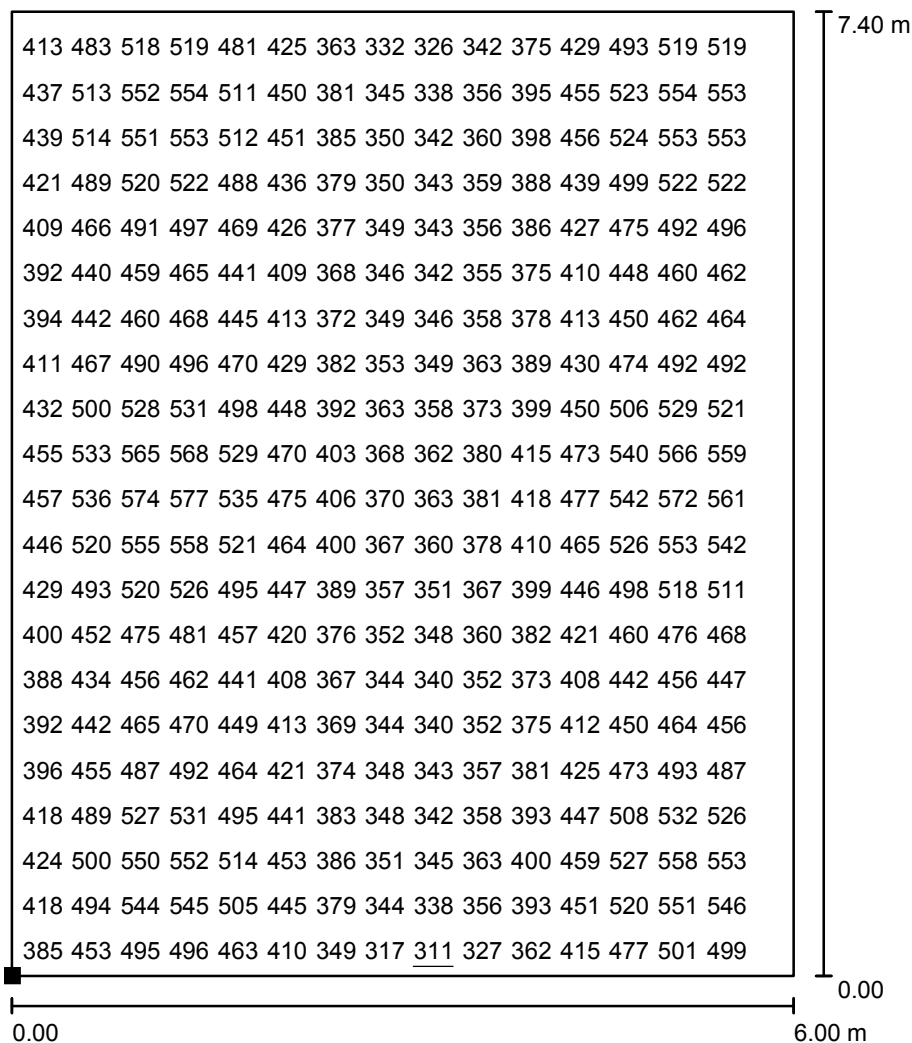
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TCW215 2xTL-DR58W HFP (1.000)	7022	10480	110.0
Total:			42130	62880	660.0

Valor de eficiencia energética:  $10.16 \text{ W/m}^2 = 2.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $64.98 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por RUBÉN ORMERO BONILLA  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

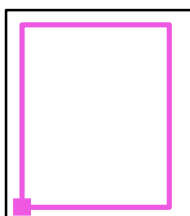
## SALA DE FITNESS 1 / Superficie de cálculo 2 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 58

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(62.200 m, 58.900 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
442

$E_{min}$  [lx]  
311

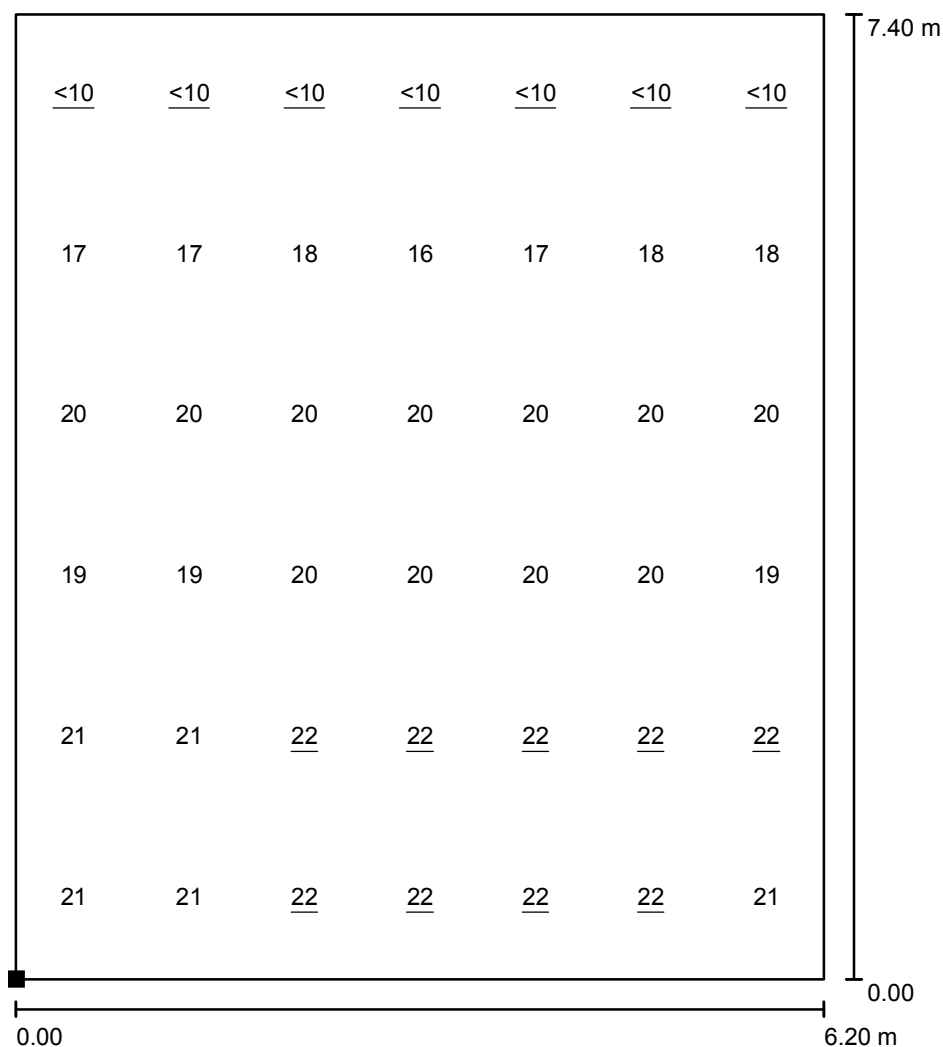
$E_{max}$  [lx]  
581

$E_{min} / E_m$   
0.703

$E_{min} / E_{max}$   
0.535

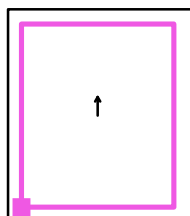
Proyecto elaborado por RUBÉN ORMERO BONILLA  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## SALA DE FITNESS 1 / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 58

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (62.100 m, 58.900 m, 1.200 m)



Trama: 6 x 7 Puntos

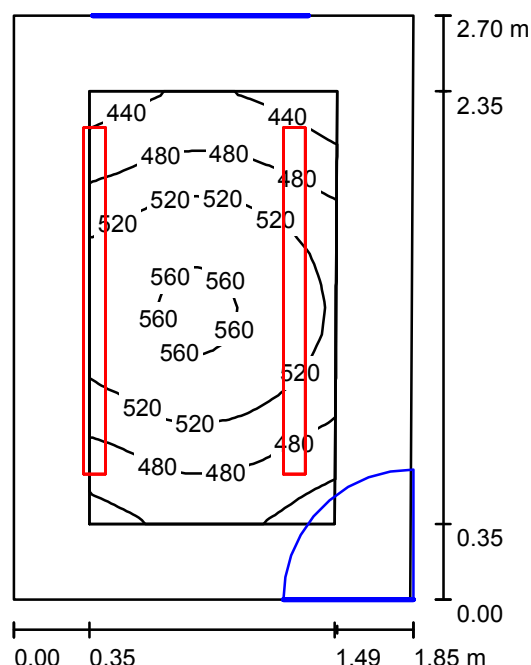
Min  
/

Max  
22



Proyecto elaborado por RUBÉN ORMERO BONILLA  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## DESPACHO TIPO 2 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	503	414	570	0.822
Suelo	20	294	235	335	0.799
Techo	70	250	107	519	0.428
Paredes (4)	50	351	132	1499	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 16 x 16 Puntos  
Zona marginal: 0.350 m

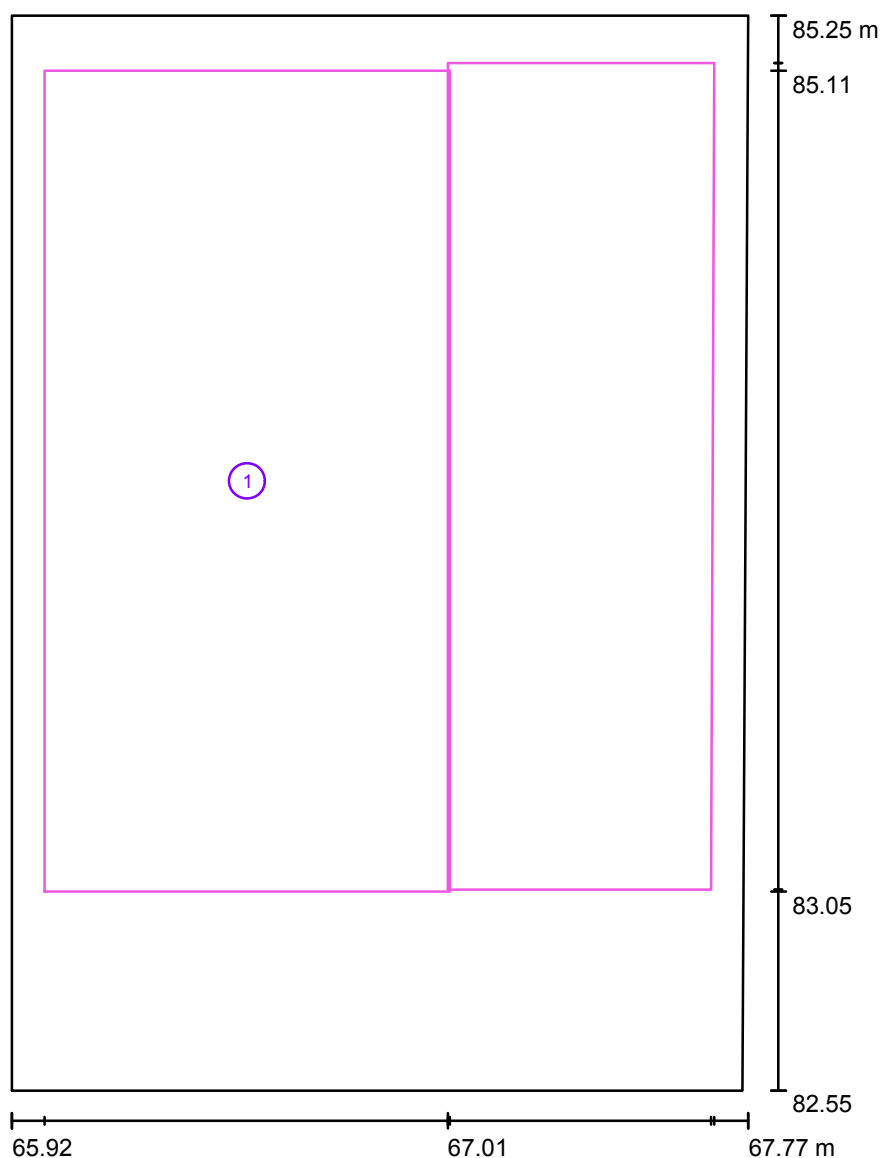
### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TCW216 1xTL-DR58W HFP (1.000)	4035	5240	55.0
Total:			8070	10480	110.0

Valor de eficiencia energética:  $22.11 \text{ W/m}^2 = 4.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $4.97 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por RUBÉN ORMERO BONILLA  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

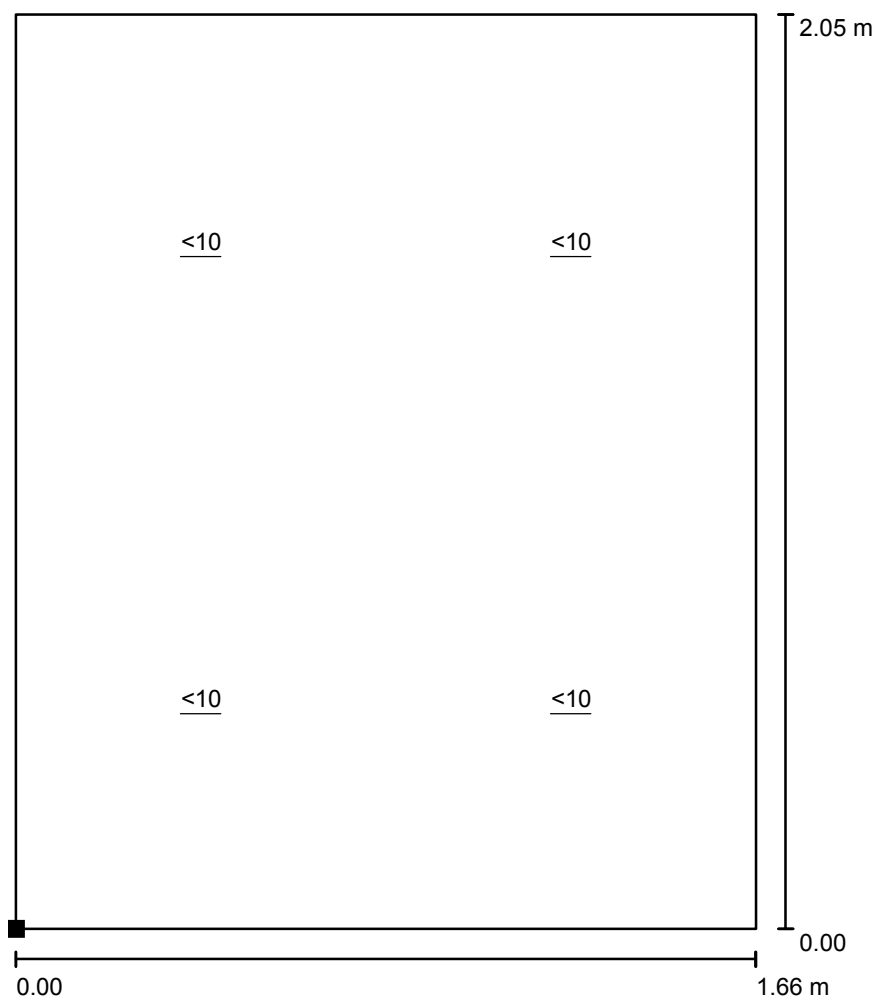
## DESPACHO TIPO 2 / superficie de trabajo 1 / Sumario de los resultados



Escala 1 : 19

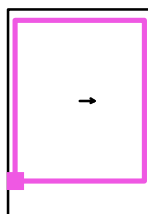
Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de tarea 1	8 x 16	535	382	634	0.713	0.602
	Área circundante	16 x 8	506	366	612	0.724	0.599

Proyecto elaborado por RUBÉN ORMERO BONILLA  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**DESPACHO TIPO 2 / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)**

Escala 1 : 17

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(66.009 m, 83.049 m, 1.000 m)



Trama: 2 x 2 Puntos

Min  
/Max  
/

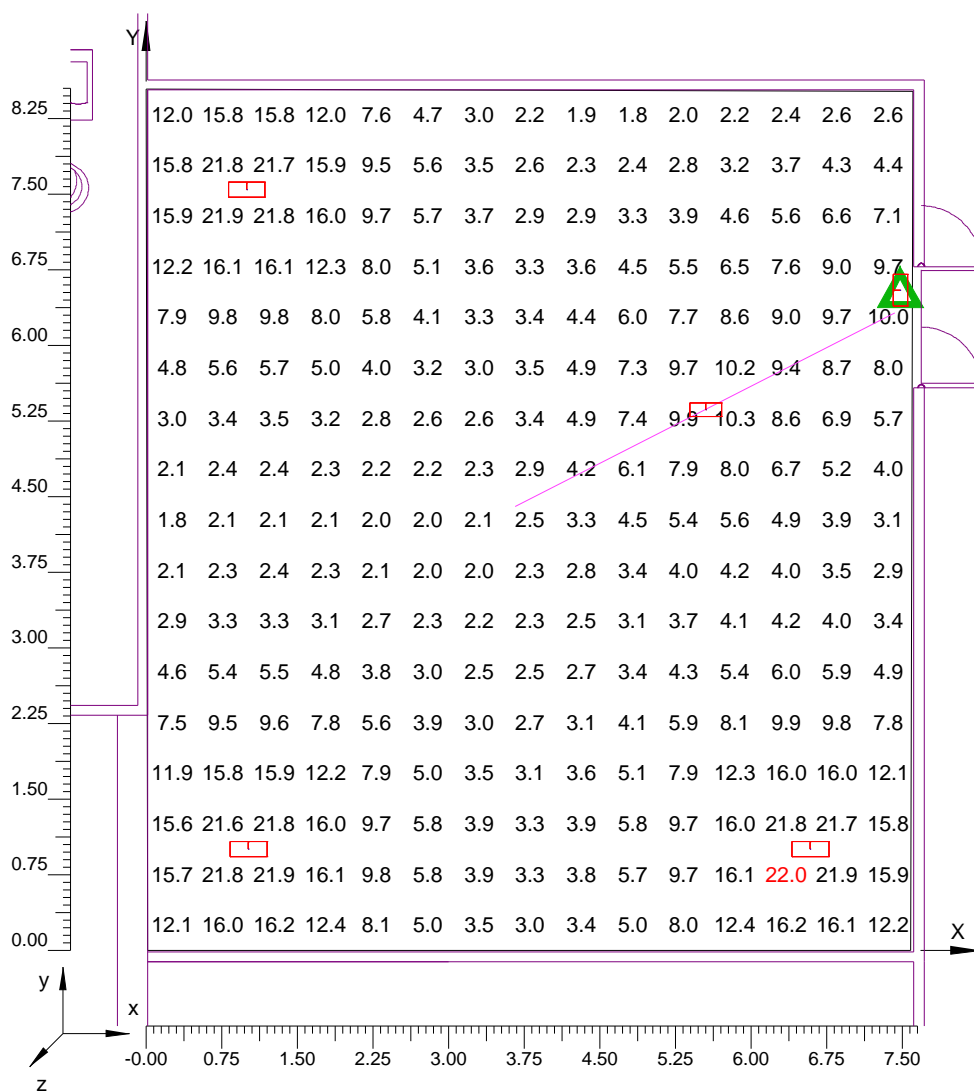
## Valores de Iluminancia sobre:Plano de Trabajo

O (x:61.23 y:-11.43 z:1.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Uniformidad	Medio/Máx
DX:0.51 DY:0.50	Iluminancia Horizontal (E)	7.0 lux	1.8 lux	22.0 lux	0.26	0.08	0.32

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Columna/Pared/Escalera + Sombras

Escala 1/75



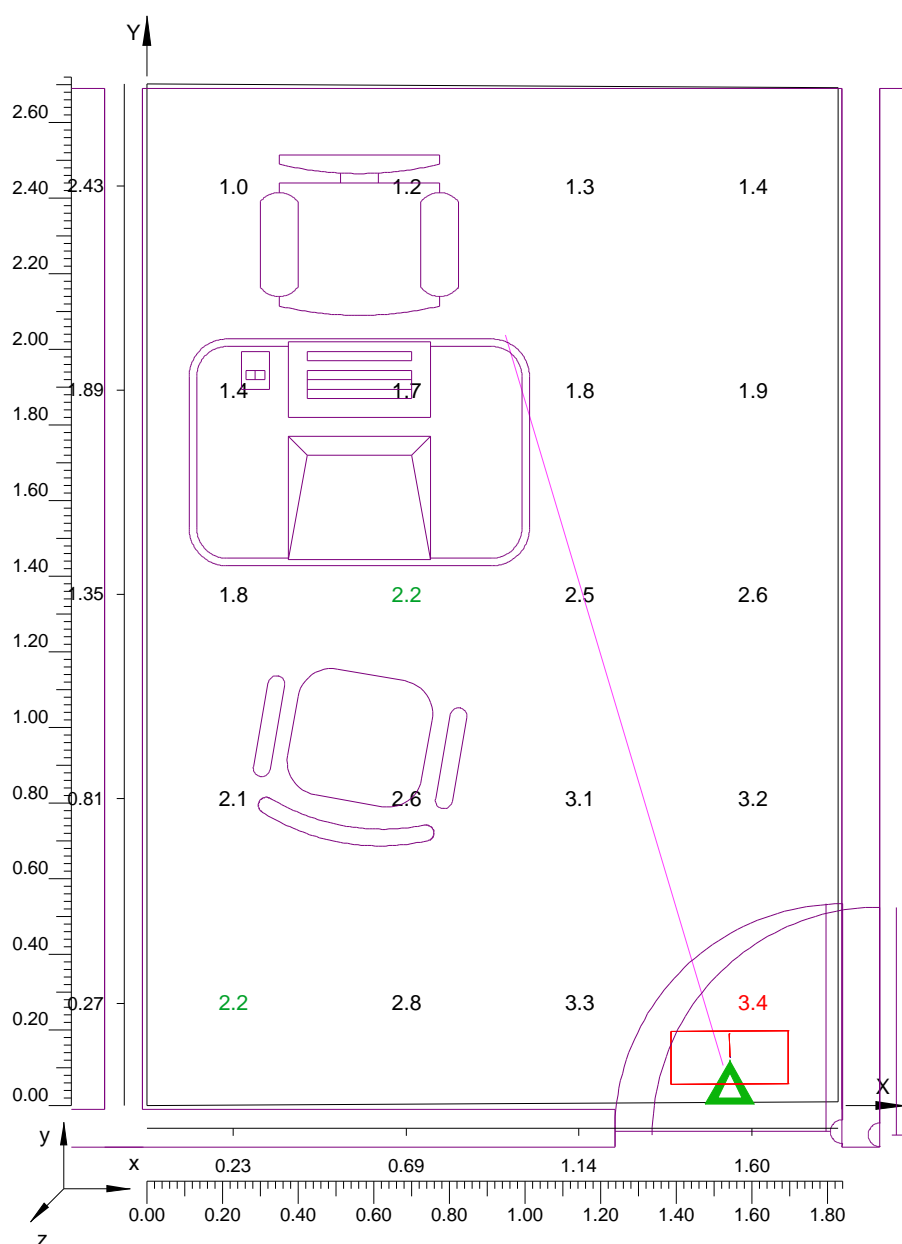
## Valores de Iluminancia sobre:Plano de Trabajo

O (x:55.86 y:12.76 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Uniformidad	Medio/Máx
DX:0.46 DY:0.54	Iluminancia Horizontal (E)	2.2 lux	1.0 lux	3.4 lux	0.48	0.30	0.63

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Columna/Pared/Escalera + Sombras

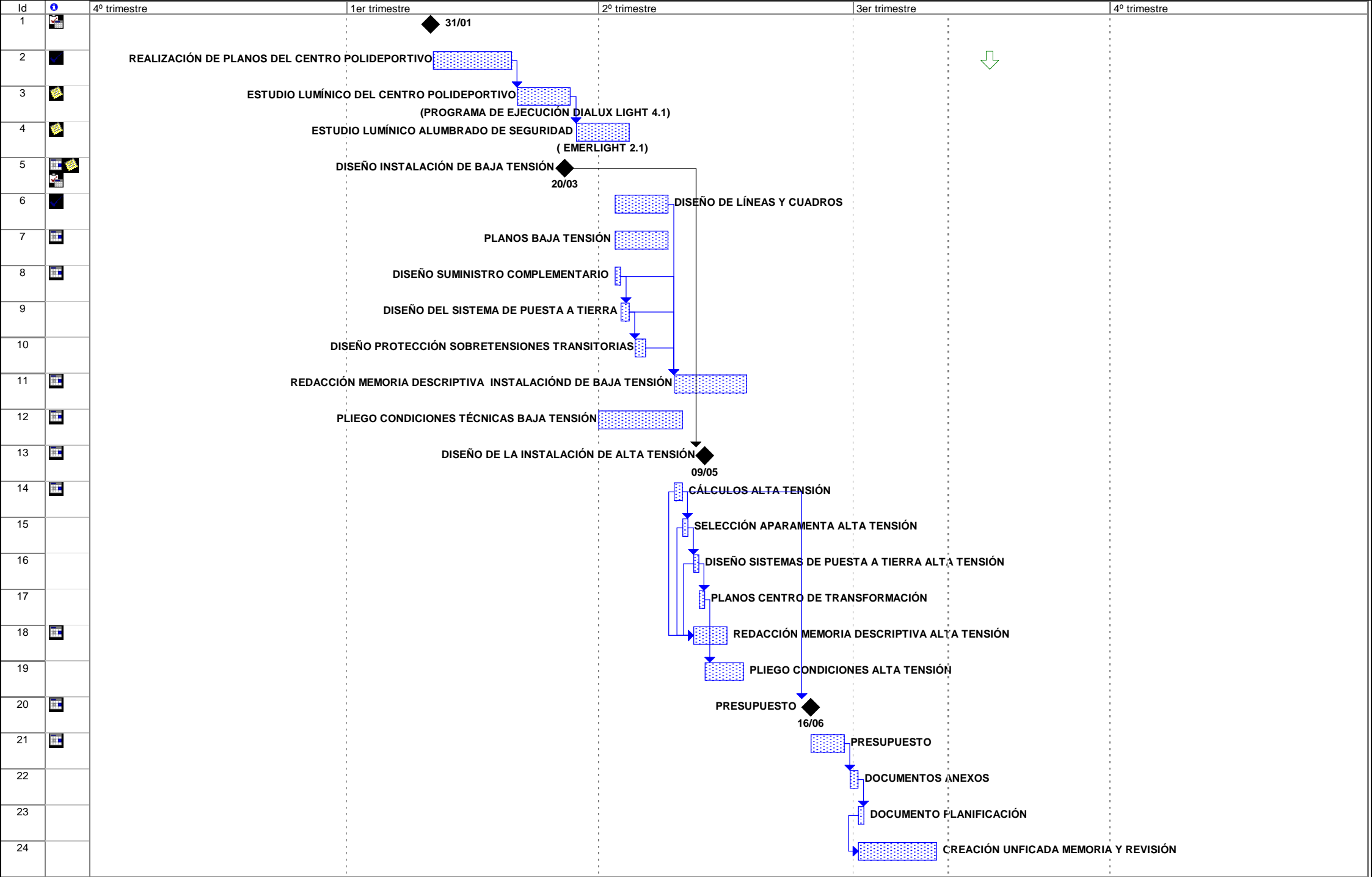
Escala 1/20



## **ANEXO 2 PLANIFICACIÓN TEMPORAL**

En relación a la distribución temporal de los diferentes trabajos realizados para la confección del presente proyecto, se muestra a continuación un resumen cronológico de las fases del proyecto desde su comienzo, con la creación de los planos, hasta su finalización con la creación única del proyecto mediante los diferentes documentos.

Para facilitar la visualización del orden cronológico en las tareas se ha procedido a mostrar la serie completa de tareas agrupadas en trimestres, desde la fecha marcada de comienzo de realización del proyecto 31/1 de 2014.



CENTRO POLIDEPORTIVO VAL	Tarea		Resumen		Progreso resumido		Resumen del proyecto	
	Progreso		Tarea resumida		División		Agrupar por síntesis	
	Hito		Hito resumido		Tareas externas		Fecha límite	